

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

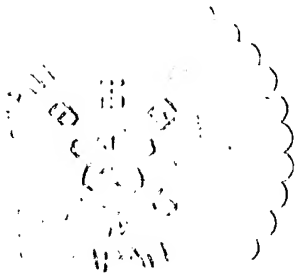
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 1 9 日
Date of Application:

Fujio AKAHANE, et al. Q77135
FORGING WORK METHOD, AND METHOD.....
Darryl Mexic 202-293-7060
August 25, 2003
2 of 2

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 5 5 8 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 5 5 8 4]

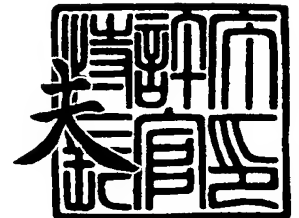
出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0101349
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B41J 2/16
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 高島 永光
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 紅林 昭治
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 羽毛田 和重
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 上杉 良治
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 赤羽 富士男
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100095728
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 上柳 雅誉
 【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8
【選任した代理人】
 【識別番号】 100107076
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 藤網 英吉
【選任した代理人】
 【識別番号】 100107261
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 須澤 修
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-243481
 【出願日】 平成14年 8月23日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013044
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0109826

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

1つの金属素材に異なった機能を果たす複数種類の形状部を成形する鍛造加工方法であって、上記複数種類の形状部の加工における最終加工に先行して行なわれる他の形状部を成形する型が、上記他の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で、上記最終加工を行う型が加工を開始することを特徴とする鍛造加工方法。

【請求項 2】

上記の先行して加工される形状部は、微細性の高い形状部であり、上記最終加工で加工される形状部は、上記微細性の高い形状部よりも微細性の低い形状部である請求項 1 記載の鍛造加工方法。

【請求項 3】

上記複数種類の形状部の加工は、同一の加工ステージ内で行なわれる請求項 1 または 2 記載の鍛造加工方法。

【請求項 4】

上記最終加工は、上記金属素材を貫通するものである請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 5】

上記金属素材は、部品構成用の板状部材である請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 6】

1つの金属素材に異なった機能を果たす複数種類の形状部を成形する鍛造加工方法であって、上記形状部のうち少なくとも 1つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部であり、この位置決め用形状部を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行うことを特徴とする鍛造加工方法。

【請求項 7】

上記位置決め用形状部以外の形状部を成形した後、上記位置決め用形状部を成形する請求項 6 記載の鍛造加工方法。

【請求項 8】

上記位置決め用形状部以外の形状部を成形する型が上記位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で上記位置決め用形状部を成形する型が加工を開始する請求項 6 または 7 記載の鍛造加工方法。

【請求項 9】

上記位置決め用形状部は、上記金属素材を鍛造加工することにより得られた加工品を組立てるときの位置決め用として機能するものである請求項 6 ～ 8 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 10】

上記位置決め用形状部以外の形状部を少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記位置決め用形状部の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行う請求項 9 記載の鍛造加工方法。

【請求項 11】

上記複数種類の形状部は、少なくとも上記金属素材を窪ませた窪部と金属素材を貫通した貫通穴である請求項 6 ～ 10 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 12】

上記金属素材は、部品構成用の板状部材とされ、上記窪部は溝状窪部であるとともに上記貫通穴は位置決め用の基準穴である請求項 11 記載の鍛造加工方法。

【請求項 13】

上記基準穴は、少なくとも 2 個である請求項 12 記載の鍛造加工方法。

【請求項 14】

上記溝状窪部は、所定ピッチで列設されている請求項 12 記載の鍛造加工方法。

【請求項 15】

上記ピッチ寸法は、0.3 mm以下である請求項 1 4 記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 6】

上記板状部材は、ニッケル板である請求項 1 2 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 7】

上記部品構成用の板状部材は、液体噴射ヘッドの圧力発生室形成板であり、溝状窪部は圧力発生室である請求項 1 2 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 8】

上記溝状窪部と基準穴は、可及的に接近させて加工されている請求項 1 2 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 9】

圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板に列設される上記溝状窪部の成形と圧力発生室形成板の位置決めをする基準穴の成形を同一加工ステージ内で行うことを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体噴射ヘッド等の部品製造で活用される鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鍛造加工は種々な製品分野で活用されているが、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室を金属素材に鍛造で成形することが考えられる。上記液体噴射ヘッドは、加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させるものであり、種々な液体を対象にしたものが知られている。そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【0003】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。すなわち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0004】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【特許文献1】特開2000-263799号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記した従来の記録ヘッドでは、隔壁部の肉厚が極めて薄いために、圧力発生室の窪み形状を正確に求めることに細心の注意が払われていた。しかしながら、圧力発生室が成形された圧力発生室形成板すなわち板状の部品を、他の弾性板やノズルプレート等に組み合わせるにあたっては、組立て用の位置決め構造が圧力発生室との関連で高い精度の下で求められなければならない。特に、この位置決め構造を鍛造加工で製作する場合には、金属素材に生じる変形現象に着眼した対策が必要である。

【0006】

また、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレート及び弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要がある。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、及び、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から高精度の加工が困難であり、ヘッドの組立精度の向上も図り難いという問題点があった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、高精度の窪部形状を鍛造で成

形する際に、併せて組立て用等の位置決め構造を合理的な手法で求めることをその主たる目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の鍛造加工方法は、1つの金属素材に異なった機能を果たす複数種類の形状部を成形する鍛造加工方法であって、上記複数種類の形状部の加工における最終加工に先行して行なわれる他の形状部を成形する型が、上記他の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で、上記最終加工を行う型が加工を開始することを第1の要旨とする。

【0009】

すなわち、上記複数種類の形状部の加工における最終加工に先行して行なわれる他の形状部を成形する型が、上記他の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で、上記最終加工を行う型が加工を開始する。

【発明の効果】

【0010】

このため、上記停止状態の型は、上記他の形状部を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように他の形状部の成形時に生じる周辺近傍への影響が消滅してから、最終加工を行う型が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく最終加工による形状部の成形がなされる。したがって、最終加工による形状部とそれに先行して行なわれる上記他の形状部が正しい位置関係にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い複数種類の形状部が得られる。

【0011】

一方、最終加工を行う型が成形動作をするときには、先行して行なわれた上記他の形状部に型が入りきったままであるから、最終加工時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が他の形状部に及んでも、上記の入りきっている型が心金のような基部材の役割を果たすので、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0012】

本発明の鍛造加工方法において、上記の先行して加工される形状部が、微細性の高い形状部であり、上記最終加工で加工される形状部が、上記微細性の高い形状部よりも微細性の低い形状部である場合には、微細性が高く成形精度を高めにくい形状部を先行して加工し、その後から微細性の低い部分が成形されるので、微細性の高い形状部の加工状態を、型の最大ストローク位置で確定してから微細性の低い最終加工が遂行される。したがって、成形精度を高めにくい箇所の成形を先行的に完了させてから最終加工が行なわれるので、微細性の高い形状部の成形品質を所定どおりのレベルで確保することができる。

【0013】

本発明の鍛造加工方法において、上記複数種類の形状部の加工が、同一の加工ステージ内で行なわれる場合には、鍛造加工機に金属素材をセットしたまま最終加工の形状部を含む複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、各形状部の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静止状態にある金属素材に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部を成形する間に金属素材の移動がなく、各形状部の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【0014】

本発明の鍛造加工方法において、上記最終加工が、上記金属素材を貫通するものである場合には、上記他の形状部を成形するときの金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅した後、金属素材を貫通した加工成形が行なわれるので、貫通した形状部の位置や形状が正しく正確に成形される。また、貫通した加工成形は金属素材の流動量やその際に発生する応力が大きくなるのであるが、他の形状部の成形が安定した状態になっているので、当該他の形状部に悪影響を及ぼすことがない。

【0015】

本発明の鍛造加工方法において、上記金属素材が、部品構成用の板状部材である場合には、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室形成板を鍛造加工で成形する際に、微細な加工が要求される圧力発生室用の溝状窪部を先行して成形し、その後から位置決め用穴の穴あけ加工を行うことができ、高精度の溝状窪部成形が行なえと共、正確な位置に穴あけ加工が行なえ、最終的に高精度の圧力発生室形成板が得られる。

【0016】

さらに、上記目的を達成するため、本発明の鍛造加工方法は、1つの金属素材に異なった機能を果たす複数種類の形状部を成形する鍛造加工方法であって、上記形状部のうち少なくとも1つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部であり、この位置決め用形状部を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行うことを第2の要旨とする。

【0017】

すなわち、上記形状部のうち少なくとも1つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部であり、この位置決め用形状部を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行う。

【0018】

このため、鍛造加工機に金属素材をセットしたまま位置決め用形状部を含む複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、各形状部の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静止状態にある金属素材に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部を成形する間に金属素材の移動がなく、各形状部の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【0019】

なお、上記「加工ステージ」について順送り加工を例にとって説明すると、鍛造加工機には長尺な金属素材板が順送りされてきて、金属素材板が鍛造加工機内で静止し、この状態のときに金型が進出して鍛造加工が行われる。この加工においては複数種類の金型が同時または順を追って進出し、金属素材板に複数種類の塑性加工がなされる。上記「加工ステージ」はこのような金属素材板の静止中に実行される塑性加工を総括的に意味する表現であるが、順送り加工に限られるものでないことはいうまでもない。

【0020】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部以外の形状部を成形した後、上記位置決め用形状部を成形する場合には、位置決め用形状部を成形する段階では、位置決め用形状部以外の形状部を成形する際の金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅しているので、位置決め用形状部の位置や形状を狂わせる要因が皆無となっている。したがって、位置決め用形状部が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0021】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部以外の形状部を成形する型が上記位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で上記位置決め用形状部を成形する型が加工を開始する場合には、上記停止状態の型は、位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように位置決め用形状部以外の形状部の成形時に生じる周辺近傍への影響が消滅してから、位置決め用形状部を成形する型が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく位置決め用形状部の成形がなされる。したがって、位置決め用形状部とそれ以外の形状部が正しい位置関係にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0022】

一方、位置決め用形状部が型成形されるときには、位置決め用形状部以外の形状部に型が入りきったままであるから、位置決め用形状部の成形時に生じる金属素材の流動やそれ

に伴う応力が位置決め用形状部以外の形状部に及んでも、上記の入りきっている型が心金のような基部材の役割を果たすので、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0023】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部は、上記金属素材を鍛造加工することにより得られた加工品を組立てるときの位置決め用として機能するものである場合には、位置決め用形状部が正しい位置に正しい形状で成形されているので、組立ての相手方部品との相対位置が正確に定まり、精度の高い組立て品質が確保できる。

【0024】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部以外の形状部を少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記位置決め用形状部の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行う場合には、仮成形の段階で素材の流動やそれによる応力の発生がすでになされているので、最終加工ステージにおいては素材の流動やそれに伴う応力の発生が大幅に減少することになるうえ、以後の加工も極めて加工量が少ないか全く加工が行われない。このように素材流動や応力発生が緩和された最終加工ステージに同期させて位置決め用形状部の成形を行うことにより、位置決め用形状部の成形に及ぶ悪影響が実質的に問題にならないレベルまで低減でき、位置決め用形状部の位置や形状が所定の精度でえられる。また、位置決め用形状部の成形に伴う素材流動や応力の発生が上記最終加工ステージの加工箇所にも及んでも、最終加工ステージ用の型が素材中に入りきっているため、この型が心金のような基部材の役割を果たし、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0025】

本発明の鍛造加工方法において、上記複数種類の形状部は、少なくとも上記金属素材を窪ませた窪部と金属素材を貫通した貫通穴である場合には、上記窪部を成形するときの金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅した後、貫通穴の成形を行うことにより、貫通穴の位置や形状が正しく正確に成形される。そして、貫通穴が位置決め機能を果たす部位である場合には、位置決め穴としての信頼性が著しく高くなる。

【0026】

本発明の鍛造加工方法において、上記金属素材は、部品構成用の板状部材とされ、上記窪部は溝状窪部であるとともに上記貫通穴は位置決め用の基準穴である場合には、位置決め用の基準穴を成形する段階では、溝状窪部を成形する際の金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅しているため、基準穴の位置や形状を狂わせる要因が皆無となっている。したがって、基準穴が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。また、上記金属素材は部品構成用の板状部材であるから、他の板状部品との組立て等の際に、上記基準穴に組立て治具の位置決めピンを貫通させるような手法で位置決め機能を果たすことができ、簡単な部品の取り扱いで精度の高い位置決めが実現する。

【0027】

本発明の鍛造加工方法において、上記基準穴が、少なくとも2個である場合には、部品等の2箇所を基準穴で拘束する形態となるので、部品等がいずれの方向にも位置ずれを起したりせず、正確な位置決め機能が果たされる。

【0028】

本発明の鍛造加工方法において、上記溝状窪部が、所定ピッチで列設されている場合には、所定ピッチで配列された溝状窪部と基準穴との相対位置が上述のようにして正確に設定されるから、複数の溝状窪部を相手方の部材に組み付ける際に、上記基準穴が仲介機能を果たして、溝状窪部と相手方部材の通口等の部分との相対位置が正確に設定され、すぐれた組立て精度がえられる。

【0029】

本発明の鍛造加工方法において、上記ピッチ寸法が、0.3mm以下である場合には、

この鍛造加工方法で精密な微細部品、例えば、インクジェット式記録ヘッドの圧力発生室を加工するようになるときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。

【0030】

本発明の鍛造加工方法において、上記板状部材が、ニッケル板である場合には、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。

【0031】

本発明の鍛造加工方法において、上記部品構成用の板状部材が、液体噴射ヘッドの圧力発生室形成板であり、溝状窪部は圧力発生室である場合には、液体噴射ヘッドのなかの1つの部品を構成する圧力発生室形成板が正しい位置の下に組立てられ、圧力発生室が相手方部品の液体供給口等と正しく連通して、正確な組立て品質を有する液体噴射ヘッドがえられる。

【0032】

本発明の鍛造加工方法において、上記溝状窪部と基準穴が、可及的に接近させて加工されている場合には、温度変化による基準穴の位置の変位量を最小化できて、組立て精度をより一層高めることが可能となる。すなわち、溝状窪部と基準穴とのあいだの金属素材（板状部材、圧力発生室形成板等）の量が少なくなるので、温度変化による溝状窪部と基準穴との相対位置の変化量が問題にならないレベルにまで少量化され、溝状窪部が相手方部品の液体供給口等と正しく連通して、正確な組立て品質がえられる。

【0033】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板に列設される上記溝状窪部の成形と圧力発生室形成板の位置決めをする基準穴の成形を同一加工ステージ内で行うことを要旨とする。

【0034】

すなわち、上記圧力発生室形成板に列設される上記溝状窪部の成形と圧力発生室形成板の位置決めをする基準穴の成形を同一加工ステージ内で行う。

【0035】

このため、鍛造加工機に上記圧力発生室形成板をセットしたまま溝状窪部と基準穴が、同一加工ステージ内で成形されるので、溝状窪部と基準穴の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、順送りされてきて静止状態にある圧力発生室形成板に同時または順序を経て加圧されるので、溝状窪部や基準穴を成形する間に圧力発生室形成板の移動がなく、各成形部分の位置関係が正確に設定でき、溝状窪部の成形精度を高く維持しつつ組立て精度の優れた液体噴射ヘッドが製造できる。なお、「加工ステージ」の意味については、上述のものと同一である。

【0036】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【0037】

以上のように、本発明の鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法によれば、上記停止状態の型は、上記他の形状部を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように他の形状部の成形時に生じる周辺近傍への影響が消滅してから、最終加工を行う型が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく最終加工による形状部の成形がなされる。したがって、最終加工による形状部とそれに先行して行なわれる上記他の形状部が正しい位置関係にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い複数種類の形状部が得られる。

【0038】

一方、最終加工を行う型が成形動作をするときには、先行して行なわれた上記他の形状部に型が入りきったままであるから、最終加工時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が他の形状部に及んでも、上記の入りきっている型が心金のような基部材の役割を果たすので、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0039】

鍛造加工機に金属素材をセットしたまま位置決め用形状部を含む複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、各形状部の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静止状態にある金属素材に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部を成形する間に金属素材の移動がなく、各形状部の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【0040】

上記位置決め用形状部以外の形状部を成形した後、上記位置決め用形状部を成形するものなので、位置決め用形状部を成形する段階では、位置決め用形状部以外の形状部を成形する際の金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅しているので、位置決め用形状部の位置や形状を狂わせる要因が皆無となっている。したがって、位置決め用形状部が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0041】

上記位置決め用形状部以外の形状部を成形する型が上記位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で上記位置決め用形状部を成形する型が加工を開始するので、上記停止状態の型は、位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように位置決め用形状部以外の形状部の成形時に生じる周辺近傍への影響が消滅してから、位置決め用形状部を成形する型が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく位置決め用形状部の成形がなされる。したがって、位置決め用形状部が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0042】

一方、位置決め用形状部が型成形されるときには、位置決め用形状部以外の形状部に型が入りきったままであるから、位置決め用形状部の成形時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が位置決め用形状部以外の形状部に及んでも、上記の入りきっている型が心金のような基部材の役割を果たすので、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0043】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定

しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

【0045】

本発明の鍛造加工方法は、液体噴射ヘッドの部品の製造に好適に活用することができるので、図示の実施例においては液体噴射ヘッドの代表的な事例として、インクジェット式記録ヘッドの部品製造に適用した例を示している。

【実施例1】

【0046】

図1及び図2に示すように、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケース2の取付面側に取り付けられる供給針ユニット6等から概略構成されている。

【0047】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0048】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a、10aと、これらのダミー振動子10a、10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成されている。そして、各駆動振動子10b…は、例えば、50 μ m～100 μ m程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。また、ダミー振動子10aは、駆動振動子10bよりも十分広い幅であり、駆動振動子10bを衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット3を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0049】

各圧電振動子10…は、固定端部を固定板8上に接合することにより、自由端部を固定板8の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子10…は、いわゆる片持ち梁の状態で固定板8上に支持されている。そして、各圧電振動子10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0050】

フレキシブルケーブル9は、固定板8とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子10と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル9の表面には、圧電振動子10の駆動等を制御するための制御用IC11が実装されている。また、各圧電振動子10…を支持する固定板8は、圧電振動子10からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0051】

上記のケース2は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース2を熱硬化性樹脂で成型しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース2の内部には、振動子ユニット3を収納可能な収納空部12と、インクの流路の一部を構成するインク供給路13とが形成されている。

【0052】

収納空部12は、振動子ユニット3を収納可能な大きさの空部である。この収納空部12の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット3は、各圧電振動子10の先端が開口から臨む状態で収納空部12内に収納される。この収納状態において、固定板8の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0053】

先端凹部15は、ケース2の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施例の先端凹部15は、収納空部12よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部12側に台形の下底が位置するように形成されている。

【0054】

インク供給路13は、ケース2の高さ方向を貫通するように形成され、先端が後述のインク貯留室14に連通している。また、インク供給路13における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口16内に形成されている。

【0055】

上記の接続基板5は、記録ヘッド1に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ17が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板5は、ケース2における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル9の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ17には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0056】

上記の供給針ユニット6は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ18と、インク供給針19と、フィルタ20とから概略構成される。

【0057】

インク供給針19は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針19の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針19の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施例の記録ヘッド1は2種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針19を2本備えている。

【0058】

針ホルダ18は、インク供給針19を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針19の根本部分を止着するための台座21を2本分横並びに形成している。この台座21は、インク供給針19の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ18の板厚方向を貫通するインク排出口22を形成している。また、この針ホルダ18には、フランジ部を側方に延出している。

【0059】

フィルタ20は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ20は、台座21内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【0060】

そして、この供給針ユニット6は、図2に示すように、ケース2の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット6のインク排出口22とケース2の接続口16とは、パッキン23を介して液密状態で連通する。

【0061】

次に、上記の流路ユニット4について説明する。この流路ユニット4は、圧力発生室形成板30の一方の面にノズルプレート31を、圧力発生室形成板30の他方の面に弾性板32を接合した構成である。

【0062】

圧力発生室形成板30は、図4に示すように、長手方向に多数平行に列設された溝状窪

部 3.3 と、上記各溝状窪部 3.3 に設けられた連通口 3.4 と、インク貯留室 1.4 を形成するための室用空間（以下、リザーバという） 3.5 とを形成した金属製の板状部材である。上記リザーバ 3.5 は、溝状窪部 3.3 の列設方向に略沿って圧力発生室形成板 3.0 の板厚方向に貫通した状態で設けられ、図 4 に示すように、溝状窪部 3.3 の列設方向に延びた細長い形状とされている。後述の圧力発生室形成板 3.0 の加工工程図にも同様なリザーバ 3.5 が打抜き工程で図示されている。本実施例では、この圧力発生室形成板 3.0 を、厚さ 0.35 mm のニッケル製の基板を加工することで作製している。

【0063】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 3.1 や弾性板 3.2 の主要部を構成する金属（本実施例では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 3.0、弾性板 3.2 及びノズルプレート 3.1 の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド 1 の作動時に圧電振動子 1.0 が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材 3.0、3.1、3.2 が均等に膨張する。このため、記録ヘッド 1 の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット 4 を構成する各部材 3.0、3.1、3.2 に剥離等の不具合は生じ難い。

【0064】

第 2 の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド 1 では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【0065】

第 3 の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板 3.0 を作製するにあたり、本実施例では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板 3.0 に形成される溝状窪部 3.3 や連通口 3.4 は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部 3.3 や連通口 3.4 を高い寸法精度で形成することができる。

【0066】

なお、圧力発生室形成板 3.0 に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【0067】

溝状窪部 3.3 は、圧力発生室 2.9 となる溝状の窪部であり、図 5 に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施例では、幅約 0.1 mm、長さ約 1.5 mm、深さ約 0.1 mm の溝を溝幅方向に 180 個列設している。この溝状窪部 3.3 の底面は、深さ方向（すなわち、奥側）に進むに連れて縮幅されて V 字状に窪んでいる。底面を V 字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室 2.9、2.9 同士を区画する隔壁部 2.8 の剛性を高めるためである。すなわち、底面を V 字状に窪ませることにより、隔壁部 2.8 の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなって隔壁部 2.8 の剛性が高まる。そして、隔壁部 2.8 の剛性が高くなると、隣の圧力発生室 2.9 からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室 2.9 からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面を V 字状に窪ませることにより、溝状窪部 3.3 を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、この V 字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば 90 度前後である。さらに、隔壁部 2.8 における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室 2.9…を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【0068】

また、本実施例における溝状窪部 33 に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部 33 の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部 33 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0069】

さらに、両端部の溝状窪部 33、33 に隣接させてこの溝状窪部 33 よりも幅広なダミー窪部 36 を 1 つずつ形成している。このダミー窪部 36 は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施例のダミー窪部 36 は、幅約 0.2 mm、長さ約 1.5 mm、深さ約 0.1 mm の溝によって構成されている。そして、このダミー窪部 36 の底面は、W 字状に窪んでいる。これも、隔壁部 28 の剛性を高めるため、および、ダミー窪部 36 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0070】

そして、各溝状窪部 33…および一对のダミー窪部 36、36 によって溝状窪部の列 33a が構成される。本実施例では、この列 33a を横並びに 2 列形成している。すなわち、溝状窪部の列 33a とリザーバ 35 が組をなして、2 組配置されている。

【0071】

連通口 34 は、溝状窪部 33 の一端から板厚方向を貫通する貫通孔として形成している。この連通口 34 は、溝状窪部 33 毎に形成されており、1 つの窪部列に 180 個形成されている。本実施例の連通口 34 は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板 30 における溝状窪部 33 側から板厚方向の途中まで形成した第 1 連通口 37 と、溝状窪部 33 とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第 2 連通口 38 とから構成されている。

【0072】

そして、第 1 連通口 37 と第 2 連通口 38 とは断面積が異なっており、第 2 連通口 38 の内寸法が第 1 連通口 37 の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口 34 をプレス加工によって作製していることに起因する。すなわち、この圧力発生室形成板 30 は、厚さ 0.35 mm のニッケル板を加工することで作製しているため、連通口 34 の長さは、溝状窪部 33 の深さを差し引いても 0.25 mm 以上となる。そして、連通口 34 の幅は、溝状窪部 33 の溝幅よりも狭くする必要があるため、0.1 mm 未満に設定される。このため、連通口 34 を 1 回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。そこで、本実施例では、加工を 2 回に分け、1 回目の加工では第 1 連通口 37 を板厚方向の途中まで形成し、2 回目の加工で第 2 連通口 38 を形成している。なお、この連通口 34 の加工手順については、後で説明する。

【0073】

また、ダミー窪部 36 にはダミー連通口 39 が形成されている。このダミー連通口 39 は、上記の連通口 34 と同様に、第 1 ダミー連通口 40 と第 2 ダミー連通口 41 とから構成されており、第 2 ダミー連通口 41 の内寸法が第 1 ダミー連通口 40 の内寸法よりも小さく設定されている。

【0074】

なお、本実施例では、上記の連通口 34 及びダミー連通口 39 に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【0075】

次に、上記の弾性板 32 について説明する。この弾性板 32 は、封止板の一種であり、例えば、支持板 42 上に弾性体膜 43 を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材料の一種）によって作製される。本実施例では、支持板 42 としてステンレス板を用い、弾性体膜 43 として PPS（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

【0076】

ダイヤフラム部 44 は、圧力発生室 29 の一部を区画する部分である。すなわち、ダイ

ダイヤフラム部 44 は溝状窪部 33 の開口面を封止し、この溝状窪部 33 と共に圧力発生室 29 を区画形成する。このダイヤフラム部 44 は、図 7 (a) に示すように、溝状窪部 33 に対応した細長い形状であり、溝状窪部 33 を封止する封止領域に対し、各溝状窪部 33 …毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部 44 の幅は溝状窪部 33 の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部 44 の長さは溝状窪部 33 の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施例では、溝状窪部 33 の長さの約 $2/3$ に設定されている。そして、形成位置に関し、図 2 に示すように、ダイヤフラム部 44 の一端を、溝状窪部 33 の一端（連通口 34 側の端部）に揃えている。

【0077】

このダイヤフラム部 44 は、図 7 (b) に示すように、溝状窪部 33 に対応する部分の支持板 42 をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜 43 のみとすることで作製され、この環内には島部 47 を形成している。この島部 47 は、圧電振動子 10 の先端面が接合される部分である。

【0078】

インク供給口 45 は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 とを連通するための孔であり、弾性板 32 の板厚方向を貫通している。このインク供給口 45 も、ダイヤフラム部 44 と同様に、溝状窪部 33 に対応する位置に各溝状窪部 33 …毎に形成されている。このインク供給口 45 は、図 2 に示すように、連通口 34 とは反対側の溝状窪部 33 の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口 45 の直径は、溝状窪部 33 の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施例では、23 ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0079】

このようにインク供給口 45 を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 29 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 14 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施例では、インク供給口 45 を微細な貫通孔によって構成している。

【0080】

そして、本実施例のように、インク供給口 45 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口 45 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0081】

なお、弾性板 32 を構成する支持板 42 及び弾性体膜 43 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 43 としてポリイミドを用いてもよい。

【0082】

次に、上記のノズルプレート 31 について説明する。ノズルプレート 31 は、ノズル開口 48 を列設した金属製の板状部材である。本実施例ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 48 …を開設している。本実施例では、合計 180 個のノズル開口 48 …を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。そして、このノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面、すなわち、弾性板 32 とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口 34 に各ノズル開口 48 …が臨む。

【0083】

そして、上記の弾性板 32 を、圧力発生室形成板 30 の一方の表面、すなわち、溝状窪部 33 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 44 が溝状窪部 33 の開口面を封止して圧力発生室 29 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 36 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面に接合するとノズル開口 48 が対応する連通口 34 に臨む。この状態で島部 4

7に接合した圧電振動子10を伸縮すると、島部47周辺の弾性体膜43が変形し、島部47が溝状窪部33側に押されたり、溝状窪部33側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜43の変形により、圧力発生室29が膨張したり収縮したりして圧力発生室29内のインクに圧力変動が付与される。

【0084】

上記構成の記録ヘッド1は、インク供給針19から共通インク室14までの共通インク流路と、共通インク室14から圧力発生室29を通して各ノズル開口48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針19から導入されて共通インク流路を通してインク貯留室14に貯留される。この共通インク室14に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口48から吐出される。

【0085】

例えば、圧電振動子10を収縮させると、ダイヤフラム部44が振動子ユニット3側に引っ張られて圧力発生室29が膨張する。この膨張により圧力発生室29内が負圧化されるので、共通インク室14内のインクがインク供給口45を通して各圧力発生室29に流入する。その後、圧電振動子10を伸張させると、ダイヤフラム部44が圧力発生室形成板30側に押されて圧力発生室29が収縮する。この収縮により、圧力発生室29内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口48からインク滴が吐出される。

【0086】

そして、この記録ヘッド1では、圧力発生室29（溝状窪部33）の底面がV字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁部28は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部28の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室29内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室29に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0087】

また、本実施例では、列端部の圧力発生室29、29に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（すなわち、ダミー窪部36と弾性板32とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室29、29に関し、片側には隣の圧力発生室29が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室29、29に関し、その圧力発生室29を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室29…における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室29のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0088】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室29…の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部36の幅を溝状窪部33の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室29と列途中の圧力発生室29の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0089】

図8は、上記圧力発生室形成板30の製造工程全体の概要を示す工程図であり、これに基づいて工程の概要を説明する。

【0090】

金属素材であるニッケル製の帯板が、多数の各種金型を備えた順送り式の鍛造加工装置に供給される。上記鍛造加工装置における「第1工程」は、製品部分の外形を画する外形部打抜きやパイロット穴あけ、圧力発生室形成板30の支持用基準面の加圧サイジング、素材の流動を吸収する凹溝部の成形、インク貯留のためのリザーバ部の打抜き等から構成されている。

【0091】

「第2工程」は、圧力発生室形成用の溝状窪部の仮成形、溝状窪部の仕上げ成形、イン

クをノズル開口に導く連通口の成形時に要するパイロット穴の成形、圧力発生室形成板にノズルプレートや封止板を接合するときの組立用基準穴の成形等から構成されている。

【0092】

「第3工程」は、成形された溝状窪部の端部に上記連通口を成形する工程であり、有底の穴が明けられる第1連通口成形と、上記有底穴の底部から貫通穴を成形する第2連通口成形等から構成されている。

【0093】

「第4工程」は、圧力発生室形成板を単品化する前段階である外形打抜き、上記凹溝部の打抜き穴あけ、タイ (tie) 部材切断による圧力発生室形成板の単品化等から構成されている。

【0094】

「修正・ポリッシュ等の後加工」は、単品化された圧力発生室形成板の反り修正、圧力発生室形成板の片面ポリッシュ、再度の反り修正、両面ポリッシュおよび検査等から構成されている。

【0095】

次に、上記記録ヘッド1の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記圧力発生室形成板30の製造工程に特徴を有しているため、圧力発生室形成板30の製造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板30は、図8に基づいて説明したように、それぞれの工程が順送り型による鍛造加工を行うことによって作製される。また、圧力発生室形成板30の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【0096】

図9～図12は、それぞれ前述の「第1工程」から「第4工程」における素材55の加工形状変化の状態を加工順に示している。なお、上記各図は、素材55を平面図として示しているとともに、各加工ステージにおいて主要な加工機能を果たす金型を各加工ステージの上側に図示し、その主な加工部分の断面図を各加工ステージの下側に図示してある。この断面図は、各加工ステージに記入した断面線の断面を示している。

【0097】

「第1工程」は、図9に示すように、未加工状態である素材55は、いわゆるゼロ・ステージでありS0の部分である。

【0098】

第1ステージS1は、圧力発生室形成板30の外形を画する外形部が打抜かれる工程であり、4つの細長い縦外形部63と2つのT字型の横外形部64が打抜かれる。これらの外形部63、64の打抜きと同時に、各加工ステージにおける素材55の位置決めを行うためのパイロット穴65が打抜かれる。図9(A1)は、下型66上に素材55が載置され、打抜きパンチ63aで縦外形部63が打抜かれるようになっている。上記のようにして外形部63、64が打抜かれると、その内側が圧力発生室形成板30が加工される領域となる。そして、縦外形部63の拡張部63bと横外形部64の縦スリット部64bとは対向した位置関係とされている。

【0099】

第2ステージS2は、基準面加圧サイジングの工程である。上記基準面67、68は、圧力発生室形成板30に接着剤を塗布するときに、圧力発生室形成板30を支持するための支持面である。すなわち、図13に示すように、圧力発生室形成板30となる領域の厚さT1が、加圧されて基準面67、68の箇所の厚さT2が薄くなっている。最終的に単品として完成した圧力発生室形成板30の基準面67、68を支持治具69上に載置し、接着剤70が塗布される。このときには、圧力発生室形成板30の表面と基準面67、68との間に段差 $(T1 - T2 / 2)$ があるので、基準面67、68には接着剤70は付着しない。なお、図13に示した段差 $(T1 - T2 / 2)$ は、理解しやすくするために誇張して図示してある。図9(A2)の67a、68aは、加圧用のパンチで下型66と対をなして加圧動作が行なわれる。

【0100】

第3ステージS3は、凹溝部71を成形する工程である。上記凹溝部71は、溝状窪部33を加圧成形するときに、溝状窪部33の長手方向に素材が流動して素材55が隆起するのを防止するもので、素材流動が凹溝部71の空間で吸収されるようになっている。図9(A3)には、パンチに凹溝部71の成形突条71aが設けられ、それと対をなす下型66に設けた凹溝71bが図示されている。

【0101】

第4ステージS4は、圧力発生室形成板30の領域に凹溝部71に沿ってリザーバ部35が打抜かれる工程であり、リザーバ部35と凹溝部71との間に細長い部分が配置され、ここに前述の溝状窪部33が成形される。図9(A4)の35aは、打抜き用のパンチであり下型66と対をなしている。また、上記の拡張部63bと縦スリット部64bとの間に、拡張部63bから縦スリット部64bの方に延びる延長スリット63cが打抜かれる。上記延長スリット63cはリザーバ部35と同時に打抜かれる。このように延長スリット63cをS4の段階で打抜くことにより、縦外形部63の打抜きパンチ63aの形状が複雑になって、当該パンチの耐久性が低下するのを防止できる。

【0102】

「第2工程」は、図10に示すように、溝状窪部33、連通口34の加工用パイロット穴あけ、組立用基準穴あけを行う。

【0103】

第5ステージS5は、図10(A5)に示すように、溝状窪部33の仮成形であり、帯板55に後述の突条部53、53cと筋状突起54が加圧され、溝状窪部33が中途段階まで成形される。

【0104】

第6ステージS6は、図10(A6-1)に示すように、溝状窪部33の仕上げ成形であり、帯板55は突条部53、53cと後述の仕上げ金型57との間でさらに加圧される。突条部53、53cが、溝状窪部33の所要の最深部まで押し込まれ、最大ストローク位置に停止して所定の寸法に仕上げられる。

【0105】

ここで、S6においては、上記突条部53、53cを最大ストローク位置に停止させたままで、組立用基準穴73が基準面67にあけられ、連通口加工用パイロット穴72が穿設される。図10(A6-2)に示すように、組立用基準穴73をあける穴あけパンチ73aが下型66と対をなしている。さらに、図10(A6-3)に示すように、上記連通口加工用パイロット穴72が4個あけられ、上記パイロット穴72をあける穴あけパンチ72aが下型66と対をなしている。

【0106】

また、最大ストローク位置に押し込まれている突条部53、53cが抜き取られると、溝状窪部33の空間部が弾性的に変形（いわゆるスプリングバック）し、その変位が組立用基準穴73やパイロット穴72の位置を狂わせる要因になるのであるが、リザーバ部35、延長スリット63c、拡張部63bおよび横外形部64等で上記の弾性的変位を吸収し上記穴73、72、パイロット穴65等の狂いが防止される。また、突条部53cを最大ストローク位置に停止させたままで組立用基準穴73および連通口加工用パイロット穴72を穿設加工するため、溝状窪部33に対する組立用基準穴73および連通口加工用パイロット穴72の位置精度が確保できる。

【0107】

ここで上記溝状窪部形成工程では、図14に示す雄型51と図15に示す雌型52とを用いる。この雄型51は、溝状窪部33を形成するための金型である。この雄型51には、溝状窪部33を形成するための突条部53を、溝状窪部33と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部53に隣接させてダミー窪部36を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部53の先端部分53aは先細りした山形とされており、例えば図14(b)に示すように、幅方向の中心から45度程度の角度で面取りさ

れている。すなわち、突条部 53 の先端に形成した山形の斜面により楔状の先端部分 53 a が形成されている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 53 a における長手方向の両端は、図 14 (a) に示すように、45 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 53 の先端部分 53 a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【0108】

また、雌型 52 には、その上面に筋状突起 54 が複数形成されている。この筋状突起 54 は、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 33, 33 同士の間に位置する。この筋状突起 54 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 54 の長さは溝状窪部 33（突条部 53）の長さと同程度に設定されている。

【0109】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 16 (a) に示すように、雌型 52 の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板 55 を載置し、帯板 55 の上方に雄型 51 を配置する。次に、図 16 (b) に示すように、雄型 51 を下降させて突条部 53 の先端部を帯板 55 内に押し込む。このとき、突条部 53 の先端部分 53 a を V 字状に尖らせているので、突条部 53 を座屈させることなく先端部分 53 a を帯板 55 内に確実に押し込むことができる。この突条部 53 の押し込みは、図 16 (c) に示すように、帯板 55 の板厚方向の途中まで行う。

【0110】

突条部 53 の押し込みにより、帯板 55 の一部分が流動し、溝状窪部 33 が形成される。ここで、突条部 53 の先端部分 53 a が V 字状に尖っているので、微細な形状の溝状窪部 33 であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分 53 a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 33 は突条部 53 の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分 53 a で押し分けられるようにして流動した素材は、突条部 53 のあいだに設けられた空隙部 53 b 内に流入し隔壁部 28 が成形される。さらに、先端部分 53 a における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板 55 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 33 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【0111】

また、突条部 53 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 55 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 30 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 30 の取り扱いも容易になる。

【0112】

また、突条部 53 で押圧されたことにより、帯板 55 の一部は隣り合う突条部 53, 53 の空間内に隆起する。ここで、雌型 52 に設けた筋状突起 54 は、突条部 53, 53 同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への帯板 55 の流れを補助する。これにより、突条部 53 間の空間に対して効率よく帯板 55 を導入することができ、隆起部すなわち隔壁部 28 を高く形成できる。

【0113】

「第 3 工程」は、図 11 に示すように、第 1 連通口 37 の成形と第 2 連通口 38 の成形によって連通口 34 があけられる工程である。

【0114】

第 7 ステージ S7 は、溝状窪部 33 の端部に有底の第 1 連通口 37 が加圧成形される工程であり、図 11 (A7) に示すように、穴あけパンチ 37 a が下型 66 と対をなしている。この連通口 34 をあける工程では、下記の第 8 ステージ S8 を含めて上記パイロット穴 72 に下型 66 に設けた基準ピン（図示していない）が貫通し、帯板 55 の位置ずれの発生を防止している。これにより、微細な溝状窪部 33 の端部に正確な連通口 34 の成形

がなされる。

【0115】

第8ステージS8は、上記第1連通口37の底部に第2連通口38をあける工程であり、上記第2連通口38が帯板55を貫通することによって、連通口34が完成する。図11(A8)に示すように、穴あけパンチ38aが下型66と対をなしている。

【0116】

上記S7とS8は、上述したように順送り加工としても良いが、穴あけパンチ37a、38aが細かくパンチ損傷等の頻度が高い場合は、S7とS8を個別送りで加工することもできる。

【0117】

「第4工程」は、図12に示すように、縦外形部63の打抜き、凹溝部71の打抜き穴あけ、タイ部材切断から構成されている。

【0118】

第9ステージS9は、図12に示すように、縦外形部63が打抜かれて圧力発生室形成板30が単品化される予備段階の工程であり、図12(A9)に示すように、打抜き型74が隣合う圧力発生室形成板30の間に打込まれるようになっている。実際の打抜き動作は符号S9を記載した箇所でおこなわれるのであるが、ここでは打抜き型74と縦外形部63との位置関係を理解するために、ハッチングを付した打抜き型74をS9の左側に、参考として図示してある。打抜き型74は、隣合う圧力発生室形成板30のパイロット穴72におよぶスパンを有する広幅部74aと、隣合う縦外形部63におよぶスパンを有する狭幅部74bから構成されている。S9で打抜き型74により順次打抜かれて行くと、圧力発生室形成板30の部分と帯板55の進行方向の左右両側の部分55bとを接続しているタイ(tie)部材75が形成される。図12(B9)は打抜き型74で打抜かれた箇所の一部を示す拡大した平面図である。

【0119】

第10ステージS10は、凹溝部71の4ヶ所を打抜いて4つのスリット穴71aを成形する工程である。図12(A10)に示すように、スリット穴71aを打抜く穴あけパンチ71bが下型66と対をなしている。このようなスリット穴71aを設けることにより、凹溝部71の裏面側に膨出している部分の領域を狭くしてポリッシュ時間の短縮を図ることができる。また、接着面積が不要に広がることを防止できるので、余剰の接着剤70の量が少なくなり、溝状窪部33に接着剤70が入ることが防止できる。さらに、成形されたスリット穴71aの内、端部のスリット穴71aを外部に連通させておくことにより、スリット穴71a全体が外気と連通した状態になり、接着剤の乾燥や温度変化等による空気の呼吸現象が行なえるようになる。

【0120】

第11ステージS11は、2ヶ所にあるタイ部材75の一方を打抜く工程である。図12(A11)に示すように、打抜き型75aと下型66が対をなしており、タイ部材75が打抜かれると、帯板55の左右両側の部分55bと圧力発生室形成板30の部分の連続状態が、S11の下側に示すように、遮断される。

【0121】

第12ステージS12は、もう1つのタイ部材75を上記第11ステージS11と同様に打抜く工程である。この打抜きにより、圧力発生室形成板30が帯板55から切り離され単品状態となる。

【0122】

上記「第4工程」の後に「修正・ポリッシュ等の後加工」が行なわれる。

【0123】

帯板55から切り離されたばかりの単品状態の圧力発生室形成板30には、種々な残留応力が存在しているので、完全に平坦な状態ではなく微小な反りや曲がり等がある。これを修正するために「反り修正」が行なわれる。この反り修正の方法としてはいろいろなものが採用できるが、この例では、図17に示すように、ローラ式修正装置76が採用され

ている。一仮想平面上に列設された多数の修正ローラ 77 を所定の間隔で 1 組配置し、その間に圧力発生室形成板 30 を通過させて修正を行う。このとき最初に圧力発生室形成板 30 を縦長方向に通過させたら、その後、90 度向きを変えて再度修正を行う。すなわち、X、Y 方向にわたって圧力発生室形成板 30 を修正ローラ 77 にかけて、より精度の高い修正を行う。

【0124】

上記のローラ式修正装置 76 に代えて図 18 に示すハンドプレス式修正装置 78 を使用することも可能である。圧力発生室形成板 30 の左右両側に配置されているリザーバ部 35 は、図 18 に示すように、溝状窪部 33 等の成形の応力によって屈曲した変形状態になっているので、下型 79 に載置した圧力発生室形成板 30 を上型 80 で加圧して屈曲部の修正を行う。

【0125】

上記の反り修正が完了したら、図 19 に示すポリッシュ装置で圧力発生室形成板 30 の片面のポリッシュを行う。ポリッシュ装置も種々な形式のものが採用できるが、ここでは回転板式ポリッシュ装置 81 が採用されている。すなわち、平坦面とされた研磨定盤 82 と対をなして回転式の保持盤 83 を設け、上記保持盤 83 に圧力発生室形成板 30 を保持し、この保持盤 83 を自転させながら公転（矢印線 84 参照）させる。このようにして、圧力発生室形成板 30 が研磨定盤 82 でポリッシュされる。なお、85 は保持盤 83 を連結して公転させるためのリンク機構であり、各保持盤 83 の軸 86 に回転力を付与して自転を行わせるようになっている。

【0126】

上記片面ポリッシュにおいて圧力発生室形成板 30 の厚さが変化するので、それに伴って反りや曲げが発生する。そのために再び反り修正が図 17 や図 18 に示した方法と同様にして行なわれる。それが完了すると、両面ポリッシュが行なわれる。図 20 は、両面ポリッシュ装置 87 を示す断面図である。中心部のサンギヤ 88 と外周部のインターナルギヤ 89 との間に遊星ギヤ盤 90 が両ギヤ 88、89 にかみ合わせてある。上記遊星ギヤ盤 90 に圧力発生室形成板 30 をはめ込むようにして保持させ、圧力発生室形成板 30 の両面を研磨する研磨定盤 91、92 が対向させた状態で配置されている。研磨定盤 91、92 は電動モータ 93、94 で回転駆動され、また、サンギヤ 88 は電動モータ 95 で回転駆動されるようになっている。

【0127】

上記の両面ポリッシュが完了すると、検査工程に移行し最終チェックがなされる。

【0128】

上述した「第 2 工程」の S5 および S6 において、溝状窪部 33 を仮成形金型 56 による仮成形と、仕上げ金型 57 による仕上げ成形によって成形されて行く状況を、図 21 ～ 図 23 にしたがってさらに詳しく説明する。

【0129】

なお、前述の雄型 51 および雌型 52 により帯板（素材）55 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【0130】

雄型 51 a すなわち第 1 金型に、多数の成形パンチ 51 b が配列されている。溝状窪部 33 を成形するために、この成形パンチ 51 b を細長く変形して、突条部 53 c とされている。そして、この突条部 53 c は、所定ピッチで平行に配列されている。また、隔壁部 28 を成形するために、上記成形パンチ 51 b のあいだに空隙部 53 b（図 14、図 16 参照）が設けられている。上記第 1 金型 51 a が素材である圧力発生室形成板 30（55）に押込まれた状態が、図 22（C）に示してある。

【0131】

一方、上記雌型 52 a すなわち第 2 金型は、上記突条部 53 c の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部 53 c の配列方向に延びる凹部 54 a が設けられている。そ

して、第2金型52aには、仮成形金型56と仕上げ金型57の2種類の金型が準備されている。

【0132】

上記第2金型52aは、仮成型用の仮成形金型56と、該仮成形金型56による仮成形後に仕上げ加工を行うための仕上げ金型57とを有しているので、上記仮成形金型56により素材55を空隙部53b内に流動させ、その後、仕上げ金型57により空隙部53b内における素材55の分布を正常な状態に可及的に近づけるので、空隙部53b内への素材流入量が空隙部53bの長さ方向においてはほぼ真直ぐな状態になり、この部分をたとえば液体噴射ヘッド1の圧力発生室29の隔壁部28のような部材として機能させるときに好都合である。

【0133】

このような第2金型52aの構成や動作を詳細に述べると次のとおりである。

【0134】

上記仮成形金型56には上記空隙部53bに対向するとともにこの空隙部53bと略同じ長さの筋状突起54が形成されている。そして、この筋状突起54にはその長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部54aが設けられている。図22(A)に示すように、多数配列されている筋状突起54の中央部に円弧状の凹部54aが形成されている。

【0135】

上記筋状突起54は、図15や図16に示したものは、高さの低い突条のような部材形状であるが、凹部54aを形成するためには、筋状突起54に図22に示すような所要の高さが必要とされている。したがって、このような凹部54aが形成された筋状突起54は、高さのある「突条」が多数平行に配列されたもので、図22では断面形状が先端の尖った楔形状とされている。この楔形状部分の楔角度は、90度以下の鋭角とされている。なお、筋状突起54の配列により谷部56aが形成されている。また、圧力発生室形成板55の裏面に後述の仮成形工程で成形される隆起部55aが図示されている。

【0136】

上記筋状突起54の長手方向の凹部54aの長さは、筋状突起54の長さの約2/3以下に設定してある。また、筋状突起54のピッチは0.14mmである。この筋状突起54のピッチについては、0.3mm以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な予備成形となる。このピッチは好ましくは0.2mm以下、より好ましくは0.15mm以下である。さらに、筋状突起54の少なくとも凹部54aの部分は、その表面が平滑に仕上げられている。この仕上げとしては、鏡面仕上げが適しているが、他に例えば、クロム鍍金を施してもよい。

【0137】

つぎに、上記第2金型52aの仕上げ金型57は、上記仮成形金型56による仮成形後に使用されるもので、この仕上げ金型57には仮成形金型56の筋状突起54が除去された平坦面57aが形成され、また、仮成形金型56の凹部54aに対応する箇所には収容凹部57bが形成されている。すなわち、仕上げ金型57の成形面の幅方向で見て、中央部に収容凹部57bが形成され、この収容凹部57bの両側に平坦面57aが設けられている。

【0138】

上記平坦面57aは、上記突条部53の配列方向における端部近傍の箇所が端部に向かって低くなる表面形状とされている。図23(A)に示す表面形状は上記平坦面57aに連続した傾斜面57cである。

【0139】

第1金型51aと第2金型52aは、金型が進退動作をする通常の鍛造加工装置（図示していない）に固定され、両金型51aと52aのあいだに圧力発生室形成板30（55）を配置して、順次加工がなされる。また、第2金型52aは仮成形金型56と仕上げ金型57が組になって構成されているので、仮成形金型56と仕上げ金型57を隣合させて

配列し、圧力発生室形成板 30 (55) を順次移行させるのが適当である。

【0140】

つぎに、上記の第 1 金型 51a、第 2 金型 52a によって構成された鍛造加工パンチの加工動作を説明する。

【0141】

上記両金型 51a、52a のあいだで加圧された金属素材板 55 は、第 1 金型 51a の空隙部 53b に押込まれるようにして素材 55 の流入移動がなされる。このとき、第 2 金型 52a には中間部の高さが低くされた凹部 54a が設けられているので、上記凹部 54a 両側の第 2 金型 52a の端部に近い箇所 56b、56b (図 22 (D) 参照) においては、両金型 51a、52a 間の間隔 D1 が中間部 (凹部) の間隔 D2 よりも狭くなっている、この狭い部分においては素材の加圧量が多くなる。このようにして加圧された金属素材板 55 は、加圧方向に略直交する方向へ押し出されるようにして流動させられ、両金型 51a、52a 間の間隔が広がった加圧量の少ない凹部 54a の方へより多くの素材移動がなされる。換言すると、上記素材流動において、凹部 54a が素材 55 の逃げ込み場所を提供しているような機能を果たしている。このような素材移動は、主として、上記突条部 53c や空隙部 53b の長手方向に沿って行われ、また、素材 55 の一部が凹部 54a の方へ膨出した隆起部 55a となる。

【0142】

したがって、上記加圧量の多い箇所 56b においては強い素材加圧により、空隙部 53b への素材流入が積極的に行われ、また、加圧量の少ない凹部 54a の方へはより多くの素材 55 が流動してくるので、凹部 54a に対応した箇所の空隙部 53b に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部 54a の両側 56b、56b で素材の流動を凹部 54a 側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。また、突条部 53c は所定ピッチで配列されているので、各突条部 53c の押込みによる配列方向 (突条部の幅方向) への素材の流動現象が、流動方向および流動量のいずれにおいても均一化される。このような上記所定ピッチに基づく素材 55 の流動が、上記の空隙部 53b の長手方向への流動現象を乱すようなことがなく、各空隙部 53b への均一な素材の流入に寄与している。

【0143】

上記の空隙部 53b に流入した素材 55 が溝状窪部 33 の隔壁部 28 を構成するので、溝状窪部 33 の空間形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工パンチを金属製のニッケル等の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各溝状窪部 33 の容積を均一に加工できるので、液体噴射ヘッドの圧力発生室等を成形するような場合においては、液体噴射ヘッドの噴射特性を安定させる等の面で非常に有効である。

【0144】

上記の加工動作は、第 2 金型 52a の凹部 54a の動作機能に重点を置いて説明したものであるが、図示の筋状突起 54 およびその凹部 54a による動作機能はつぎのとおりである。図 22 (B) は、第 1 金型 51a と第 2 金型 52a とのあいだで素材 55 が加圧される直前の状態を示している。この状態から (C) (D) に示すように両金型 51a、52a 間で素材 55 が加圧されると、筋状突起 54 が素材 55 に突き刺さるようにして圧入されて行くのと同時に、空隙部 53b 内への素材流動がなされて、隔壁部 28 の仮成形がなされる。

【0145】

上記の仮成形の段階においては、筋状突起 54 の凹部 54a により、上述の場合と同様に加圧量の少ない凹部 54a の方へはより多くの素材 55 が流動して行くので、凹部 54a に対応した箇所の空隙部 53b に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部 54a の両側 56b、56b で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部 53b の全

域にわたってより多くの素材流入がなされる。さらに、筋状突起 54 自体の突起高さが相乗して、より一層多くの素材 55 が空隙部 53 b 内に積極的に押込まれる。このような仮成形状態における隔壁部 28 の高さは、図 22 (D) に示すように、低い部分 28 a, 28 a と高い部分 28 b が形成される。このように高低差ができるのは、端部に近い箇所 56 b, 56 b において加圧された素材 55 が凹部 54 a の箇所へより多く流動して、そのときに多くの素材 55 が空隙部 53 b 内に流動するからである。

【0146】

図 22 (C) (D) に示す仮成形が完了すると、仮成形状態の素材 55 は図 23 (B) に示すように、第 1 金型 51 a と仕上げ金型 57 のあいだに移送され、そこで両金型 51 a, 52 a で (C) に示すように加圧される。仕上げ金型 57 には収容凹部 57 b の両側に平坦面 57 a が形成してあるので、上記の低い隔壁部の部分 28 a, 28 a における空隙部 53 b 内への素材 55 の流動量が多くなり、部分 28 a, 28 a の高さが高くなる。このとき、上記隆起部 55 a は収容凹部 57 b 内に収容されて仕上げ金型 57 から加圧力を受けることがないので、上記の高い部分 28 b の高さはほとんど変わらない。したがって、最終的には (D) に示すように、隔壁部 28 の高さが略均一な高さとなる。

【0147】

また、仕上げ成形の段階においては、上記傾斜面 57 c が形成されているので、各空隙部 53 b 内への素材 55 の流入量が全ての空隙部 53 b において可及的に均一化される。すなわち、上記突条部 53 の配列方向に流動した素材 55 が突条部 53 の配列中央部から端部の方へ少しずつ流動して集積的に偏った状態になり、端部付近がいわゆる多肉状態になる。このように集積的に偏った素材量を端部が低くなった傾斜面 57 c で加圧するので、多肉状態の素材を過度に空隙部 53 b 内に流動させることが防止される。したがって、各空隙部 53 b 内への素材 55 の流入量が全ての空隙部 53 b において可及的に均一化される。

【0148】

上記筋状突起 54 は、先端の尖った楔形状としてあるので、上記楔形状の部分が素材 55 に確実に食い込むので、空隙部 53 b に対向した箇所の素材 55 を正確に加圧することができ、空隙部 53 b への素材流動が確実になされる。また、楔角がいわゆる 90 度以下の鋭角とされていることにより、素材 55 への食い込みがより一層確実に達成される。上記筋状突起 54 のピッチが、0.3 mm 以下とされていることにより、この鍛造加工パンチでインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室をきわめて精巧な鍛造加工で製作することができる。

【0149】

上記凹部 54 a が、円弧状の凹部形状とされていることにより、第 2 金型中間部の高さが徐々に緩やかに変化をするので、上記空隙部 53 b に流入する素材 55 の量が空隙部 53 b の長さ方向で見て、可及的に均一なものとなる。また、凹部 54 a が、複数の平面で構成された凹部形状とされていることにより、平面の傾斜角度を選定することにより、第 2 金型中間部の高さを徐々に緩やかに変化させることができ、空隙部 53 b に流入する素材 55 の量が空隙部 53 b の長さ方向で見て、可及的に均一なものとなる。

【0150】

上記凹部 54 a の中間部分に隆起形状部が設けられている場合には、上記隆起形状部と第 2 金型 52 a の端部に近い箇所において両金型 51 a, 52 a の間隔 (上記間隔 D1 に相当) が狭くなるとともに、上記凹部 54 a が複数化されるので、加圧量の多い箇所と加圧量の少ない箇所が交互に複数配置される。したがって、加圧量の多い箇所 (上記 56 b に相当) と素材 55 の流動先となる凹部 54 a が交互に小刻みに配置されるので、空隙部 53 b に流動する素材 55 の量が空隙部 53 b の長さ方向で見て略均一になる。

【0151】

上記筋状突起 54 の長手方向の凹部 54 a の長さを、筋状突起 54 の長さの約 2/3 以下に設定することにより、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部 54 a の空間を、加圧ストロークの大きさとの兼ね合いにおいて、程よくバランスさ

せることができ、空隙部 53b 内への素材流動が最適化される。

【0152】

上記筋状突起 54 の少なくとも凹部 54a の部分が、鏡面仕上げやクロム鍍金等でその表面が平滑に仕上げられているので、加圧方向に略直交する方向に流動してきた素材 55 が凹部 54a においてその平滑な表面状態により、積極的に空隙部 53b の方へ変向され、空隙部 53b 内への素材流入がより一層積極的に行われる。

【0153】

上記溝状窪部 33 等の成形は、上述のとおりである。

【0154】

ここで、溝状窪部 33 が成形されている板状の部品すなわち圧力発生室形成板 30 を弾性板 32 やノズルプレート 31 等と一体的に組立てて流路ユニット 4 として完成させるためには、組立て精度を確保する位置決め用形状部が各部品に設けられなければならない。

【0155】

そこで、本発明では、溝状窪部 33 と組立用基準穴 73 や連通口加工用パイロット穴 72 との高精度な位置関係を確保できるような加工を行っている。すなわち、上記位置決め用形状部を位置決め用形状部以外の形状部との関連において合理的な鍛造加工方法で成形している。さらに、本発明では、複数の形状部の加工において、上記位置決め用形状部が最終加工であり、位置決め形状部以外の加工が最終加工に先行して行なわれる他の形状部の加工とされている。

【0156】

以下、上記位置決め用形状部が圧力発生室形成板 30 に成形される場合を事例にして説明する。

【0157】

ニッケル製の金属素材である圧力発生室形成板 30 に、位置決め用形状部以外の形状部である窪み形状の溝状窪部 33 が成形され、さらに、位置決め用形状部である貫通穴形状の基準穴が成形される。

【0158】

図 24～図 27 は上記位置決め用形状部を成形する鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法の実施例を示す。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

【0159】

なお、前述の雄型 51 および雌型 52 により帯板（素材）55 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【0160】

雄型 51 に多数の成形パンチ 51b が配列されている。溝状窪部 33 を成形するために、この成形パンチ 51b を細長く変形して、突条部 53 とされている。また、隔壁部 28 を成形するために、上記成形パンチ 51b のあいだに空隙部 53b（図 14，図 16 参照）が設けられている。上記雄型 51 が素材である圧力発生室形成板 30 に押込まれた状態が、図 25 に示してある。

【0161】

この実施例では、図 25 に示すように雌型 52 を拡大（同図の左方へ）して基準穴 73 の成形型が設けられている。雄型 51 に比較的接近した箇所に基準穴 73 を圧力発生室形成板 30 にあけるための穴あけパンチ 73a が配置され、それに対応した箇所の雌型 52 に開口 58 が設けられ、この開口 58 の開口端にダイス 59 が配置されている。上記穴あけパンチ 73a が進出してきて圧力発生室形成板 30 をダイス 59 に加圧して基準穴 73 がせん断打抜きで成形される。

【0162】

上記の基準穴 73 や穴あけパンチ 73a は、図 10 に示した第 6 ステージ S6 における組立用基準穴 73 およびそれをあけるための穴あけパンチ 73a に相当している。

【0163】

ここで使用される鍛造加工機は一般的な形式であり、複数の型を同時または順を追って動作させる（例えば、ダブルアクション）ものである。雄型 51 は鍛造加工機の第 1 駆動ユニット（図示していない）に結合され、また、穴あけパンチ 73 a は同加工機の第 2 駆動ユニット（図示していない）に結合されている。鍛造加工機の雌型 52 には順送りがなされるニッケル製の帯板 55 が、板状部材の金属素材として載置されている。なお、説明全体をつうじて理解されるように、帯板 55 は金属素材であり、同時に圧力発生室形成板 30 や素材、金属素材板、板状部材等と称される部材と同じのものである。

【0164】

上述の構成により、最大ストローク位置で停止状態となっている雄型 51 は、上記他の形状部である溝状窪部 33 を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように溝状窪部 33 の成形時に生じる周辺近傍への影響が消滅してから、最終加工を行う穴あけパンチ 73 a が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく最終加工による組立用基準穴 73 の成形がなされる。したがって、最終加工による形状部とそれに先行して行なわれる上記他の形状部が正しい位置関係にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い複数種類の形状部が得られる。

【0165】

一方、最終加工を行う穴あけパンチ 73 a が成形動作をするときには、先行して行なわれた溝状窪部 33 に雄型 51 が入りきったままであるから、最終加工時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が溝状窪部 33 に及んでも、上記の入りきっている雄型 51 が心金のような基部材の役割を果たすので、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0166】

上記の先行して加工される溝状窪部 33 が、微細性の高い形状部であり、上記最終加工で加工される組立用基準穴 73 が、上記微細性の高い形状部よりも微細性の低い形状部であるから、微細性が高く成形精度を高めにくい溝状窪部 33 を先行して加工し、その後から微細性の低い組立用基準穴 73 が成形されるので、微細性の高い形状部の加工状態を、雄型 51 の最大ストローク位置で確定してから微細性の低い最終加工が遂行される。したがって、成形精度を高めにくい箇所の溝状窪部成形を先行的に完了させてから最終加工の穴あけが行なわれるので、微細性の高い形状部の成形品質を所定どおりのレベルで確保することができる。

【0167】

上記複数種類の溝状窪部 33 や組立用基準穴 73 等の形状部の加工が、同一の加工ステージ内で行なわれるから、鍛造加工機に金属素材をセットしたまま最終加工の穴あけを含む複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、各形状部の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静止状態にある金属素材 55 に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部を成形する間に金属素材 55 の移動がなく、各形状部の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【0168】

上記最終加工が、上記金属素材 55 を貫通するものであるから、上記溝状窪部 33 等の他の形状部を成形するときの金属素材 55 の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅した後、金属素材 55 を貫通した組立用基準穴 73 の加工成形が行なわれるので、貫通した組立用基準穴 73 の位置や形状が正しく正確に成形される。また、貫通した組立用基準穴 73 の加工成形は金属素材 55 の流動量やその際に発生する応力が大きくなるのであるが、溝状窪部 33 の成形が安定した状態になっているので、溝状窪部 33 の形状部に悪影響を及ぼすことがない。

【0169】

上記金属素材 55 が、部品構成用の板状部材である場合には、例えば、記録ヘッド 1 の圧力発生室形成板 30 を鍛造加工で成形する際に、微細な加工が要求される圧力発生室 29 用の溝状窪部 33 を先行して成形し、その後から組立用基準穴 73 の穴あけ加工を行うことができ、高精度の溝状窪部 33 の成形が行なえると共に、正確な位置に穴あけ加工が行なえ、最終的に高精度の圧力発生室形成板 30 が得られる。

【0170】

上記のように鍛造加工機に金属素材 55 をセットしたまま基準穴 73 や溝状窪部 33 等の複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、基準穴 73 と溝状窪部 33 の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、順送りされてきて静止状態にある金属素材 55 に同時または順序を経て加圧されるので、基準穴 73 や溝状窪部 33 を成形する間に金属素材 55 の移動がなく、基準穴 73 と溝状窪部 33 の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【0171】

図 26 は、雄型 51 と穴あけパンチ 73 a の成形動作のタイミングを示す動作線図である。成形パンチ 51 b が先行して帯板 55 を押込んで深さ d の溝状窪部 33 が成形される。成形パンチ 51 b が溝状窪部 33 を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態のところへ穴あけパンチ 73 a が進出してきて基準穴 73 があけられる。すなわち、成形パンチ 51 b が帯板 55 に押込まれてから所定の時間 T が経過してからパンチ 72 a のせん断打抜きが開始される。基準穴 73 の打抜きであるから、穴あけパンチ 73 a のストロークは帯板 55 の厚さ D を越えている。なお、ここでの遅れ時間 T は 0.5 秒である。このような遅れ時間を設定することにより、溝状窪部 33 の成形箇所における素材の流動や応力の作用が消滅し、基準穴 73 の加工条件が整うのである。

【0172】

上記の最大ストローク位置で停止状態となっている成形パンチ 51 b は、溝状窪部 33 を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように溝状窪部 33 の成形時に生じる周辺近傍への影響をあらかじめ消滅させてから、基準穴 73 を成形する穴あけパンチ 73 a が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく基準穴 73 の成形がなされる。したがって、基準穴 73 が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0173】

一方、基準穴 73 が成形されるときには、溝状窪部 33 に成形パンチ 51 b が入りきったままであるから、基準穴 73 の成形時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が溝状窪部 33 に及んでも、上記の入りきっている成形パンチ 51 b が心金のような基部材の役割を果たすので、溝状窪部 33 を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0174】

上記溝状窪部 33 は、前述のように少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記基準穴 73 の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行われる。よって、上記複数加工ステージのうち最終加工ステージの段階においては、金属素材 55 の流動やそれに伴う応力の影響が少なくなっている状況下で基準穴 73 の成形がなされるので、基準穴 73 の成形部分に対する外力が可及的に少量化され、正常な基準穴 73 の成形が実現する。また、上記のように仮成形と仕上げ成形の複数加工ステージによって溝状窪部 33 の成形がなされるので、成形局部の素材 55 の変形や流動は段階的に推進されることとなる。したがって、素材中に大きな内部応力が残留したりすることがなく、基準穴 73 の成形にとって好都合である。

【0175】

図 27 は、溝状窪部 33 を少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記基準穴 73 の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行

う場合を示している。同図（A）は、仮成形工程を示している。ここで使用されている雄型 51A は仮成形用のもので、先端部分 53a の角度が小さく設定されたシャープエッジになっているとともに、空隙部 53b の深さはわずかである。この仮成形においては、（A）に示すように成形パンチ 51b が比較的浅く押込まれていて、予備的な成形がなされている。

【0176】

つぎに、同図（B）は、仕上げ成形工程を示している。ここで使用されている雄型 51B は仕上げ成形用のもので、先端部分 53a の角度が大きく設定されているとともに、空隙部 53b の深さは大きく設定されている。この仕上げ成形においては、（B）に示すように成形パンチ 51b が深く帯板 55 に押込まれ、空隙部 53b のなかに高い隔壁部 28 が成形されている。このような仕上げ成形に同期して穴あけパンチ 73a が進出して基準穴 73 があけられる。なお、（B）の仕上げ成形では、雌型 52 に筋状突起 54 が配置されているが、これに代えて図 23 に示したような平坦面 57a を有する仕上げ金型 57 を用いることも可能である。

【0177】

上記の加工動作により、仮成形の段階で素材 55 の流動やそれによる応力の発生がすでになされているので、最終工程においては素材 55 の流動やそれに伴う応力の発生が大幅に減少することになる。このように素材流動や応力発生が緩和された最終工程に同期させて基準穴 73 の成形を行うことにより、基準穴 73 の成形に及ぶ悪影響が実質的に問題にならないレベルまで低減でき、基準穴 73 の位置や形状が所定の精度でえられる。また、基準穴 73 の成形に伴う素材流動や応力の発生が上記溝状窪部 33 の加工箇所に及んでも、最終工程用の成形パンチ 51b が素材 55 中に入りきっているので、この成形パンチ 51b が心金のような基部材の役割を果たし、溝状窪部 33 の形状を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0178】

図 24 に示すように、1つの圧力発生室形成板 30 に2個の基準穴 73 があけられている。圧力発生室形成板 30 が流路ユニット 4 として組立てられるときには、通常、ノズルプレート 31 や弾性板 32 等と積層させて台板状の組立て治具上で作業が行われる。組立て治具から起立している位置決めピンに上記の各板状部品の基準穴を嵌め合わせて、接着等により流路ユニット 4 が組立てられる。このときに上述のようにして成形された基準穴 73 も一緒に位置決めピンの貫通を受けて組立てが完了する。基準穴 73 は2個設けがあるので、2本の位置決めピンが貫通している圧力発生室形成板 30 はいずれの方向にもずれることがなく、正確な組立てがなされる。

【0179】

上記溝状窪部 33 は、所定ピッチで列設されている。この所定ピッチで配列された溝状窪部 33 と基準穴 73 との相対位置が上述のようにして正確に設定されるから、例えば、複数の溝状窪部 33 を弾性板 32 に組み付ける際に、基準穴 73 が仲介機能を果たして、溝状窪部 33 とインク供給口 45 との相対位置が正確に設定され、すぐれた組立て精度がえられる。

【0180】

上記溝状窪部 33 ピッチ寸法は 0.14 mm であり、この鍛造加工方法で精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室 29 を加工するようになるときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。図示の実施例は、溝状窪部 33 のピッチは 0.14 mm であるが、このピッチについては、0.3 mm 以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な仕上げとなる。このピッチは好ましくは 0.2 mm 以下、より好ましくは 0.15 mm 以下である。

【0181】

上記金属素材 55 である板状部材をニッケル板で構成することにより、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。さら

に、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工方法をニッケル等の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。

【0182】

図25や図27あるいは図4の2点鎖線で示すように、溝状窪部33と基準穴73を可及的に接近させて加工しておくことにより、温度変化による基準穴73の位置の変位量を最小化できて、組立て精度をより一層高めることが可能となる。すなわち、溝状窪部33と基準穴73とのあいだの金属素材55（板状部材、圧力発生室形成板等）の量が少なくなるので、温度変化による溝状窪部33と基準穴73との相対位置の変化量が問題にならないレベルにまで少量化され、溝状窪部33が、例えば、弾性板32のインク供給口45と正しく連通して、正確な組立て品質がえられる。

【0183】

本発明の液体噴射ヘッド1の製造方法は、圧力発生室29となる溝状窪部33が列設されると共に、各溝状窪部33の一端に板厚方向に貫通する連通口34を形成した金属製の圧力発生室形成板30と、上記連通口34と対応する位置にノズル開口48を穿設した金属製のノズルプレート31と、溝状窪部33の開口面を封止すると共に、溝状窪部33の他端に対応する位置にインク供給口45を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板30における溝状窪部33側に封止板（43）を、反対側にノズルプレート31をそれぞれ接合したものが製造の対象とされている。

【0184】

上記の液体噴射ヘッド1に組込まれる圧力発生室形成板30に、溝状窪部33の成形と圧力発生室形成板30の位置決めをする基準穴73の成形を同一加工ステージ内で行う。

【0185】

このため、鍛造加工機に圧力発生室形成板30をセットしたまま溝状窪部33と基準穴73が、同一加工ステージ内で成形されるので、溝状窪部33と基準穴73の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、順送りされてきて静止状態にある圧力発生室形成板30に同時または順序を経て加圧されるので、溝状窪部33や基準穴73を成形する間に圧力発生室形成板30の移動がなく、各成形部分の位置関係が正確に設定でき、溝状窪部33の成形精度を高く維持しつつ組立て精度の優れた液体噴射ヘッド1が製造できる。なお、「加工ステージ」の意味については、上述のものと同一である。

【0186】

また、圧力発生室形成板30を、ニッケル製とすることにより、流路ユニット4を構成する圧力発生室形成板30、弾性板32及びノズルプレート31の線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニット4が加熱されたとしても、流路ユニット4を構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット4を構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【0187】

上述した説明では、雄型51が最大ストロークまで下がった状態で穿設加工を行い、溝状窪部33と同一加工ステージで加工を行う加工部が、組立用基準穴73である場合を例にあげて説明したが、上記加工部は連通口加工用パイロット穴72も、組立用基準穴73と同様に、雄型51が最大ストロークまで下がった状態で穿設加工が行なわれ、溝状窪部33と同一加工ステージで加工が行なわれる。このようにすることにより、連通口加工用パイロット穴72も溝状窪部33に対する高精度の位置関係を確保することができるのであり、その後の第3工程における連通口穿設加工を高精度で行うことができるようになる。

【0188】

このように、本発明は、雄型 51 が最大ストロークまで下がった状態で加工が行なわれ、溝状窪部 33 と同一加工ステージで加工が行われる加工部が、複数種類あり、これら複数種類の加工部を実質的に同時に加工を行う場合にも適用することができる。このようにすることにより、例えば、相互に異なる機能を有する加工部のそれぞれについて微細加工部と高精度の位置関係を確保した加工を行うことができるようになる。

【0189】

上記の本発明の実施例においては、図 16, 図 21, 図 22 等に示したように、突条部 53, 53c の間の空隙部 53b に筋状突起 54 が対向しているが、これを図 28 に示すように、突条部 53, 53c と筋状突起 54 を対向させることも可能である。図 28 (A) は、図 25 と同様な仮成形の段階であり、同 (B) は、図 27 (B) と同様な仕上げ成形の段階である。突条部 53, 53c と筋状突起 54 が対向していることにより、突条部 53, 53c と筋状突起 54 との間に位置する素材 55 が最も多くの加圧を受けるので、それによって大量の素材が左右両側の空隙部 53b の方へ流動し、隔壁部 28 が成形される。

【0190】

図 28 (C) は、筋状突起 54 が楔形に尖っている場合であり、素材 55 の塑性流動等の現象は上記の (A) (B) と同じである。図 28 に示されている突条部 53, 53c と筋状突起 54 との関係以外の構成や作用効果については、先に説明した各実施例と同様である。

【0191】

図 29 に例示した記録ヘッド 1' は、本発明を適用することのできる事例であり、圧力発生素子として発熱素子 61 を用いたものである。この例では、上記の弾性板 32 と同様な封止基板 62 を用い、この封止基板 62 によって圧力発生室形成板 30 における溝状窪部 33 側を封止している。また、この例では、圧力発生室 29 内における封止基板 62 の表面に発熱素子 61 を取り付けている。この発熱素子 61 は電気配線を通じて給電されて発熱する。なお、圧力発生室形成板 30 やノズルプレート 31 等、その他の構成は上記実施例と同様であるので、その説明は省略する。

【0192】

この記録ヘッド 1' では、発熱素子 61 への給電により、圧力発生室 29 内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室 29 内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口 48 からインク滴が吐出される。そして、この記録ヘッド 1' でも、圧力発生室形成板 30 を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施例と同様の作用効果を奏する。

【0193】

本発明における加工工程は、図 8 等に示したものに限られるものではなく、生産工程や設備の事情を勘案して、加工工程数を増減したり、また、この工程増減に対応させて各加工ステージを組み替えたりすることも可能である。

【0194】

また、連通口 34 に関し、上記実施例では、溝状窪部 33 の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口 34 を溝状窪部 33 における長手方向略中央に形成して、溝状窪部 33 の長手方向両端にインク供給口 45 及びそれと連通する共通インク室 14 を配置してもよい。このようにすることによりインク供給口 45 から連通口 34 に至る圧力発生室 29 内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

【0195】

上記各実施例は、インクジェット式記録装置を対象にしたものであるが、本発明による鍛造加工方法や液体噴射ヘッドの製造方法は、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。さらに、上記実施例では、液体の一つであるインクを用いたインクジェット

式記録ヘッドについて説明したが、プリンタ等の画像記録装置に用いられる記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレイ、FED（面発光ディスプレイ）等の電極形成に用いられる電極材噴射ヘッド、バイオチップ製造に用いられる生体有機噴射ヘッド等の液体を吐出する液体噴射ヘッド全般に適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0196】

【図1】インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図3】（A）及び（B）は、振動子ユニットを説明する図である。

【図4】圧力発生室形成板の平面図である。

【図5】圧力発生室形成板の説明図であり、（a）は図4におけるX部分の拡大図、（b）は（a）におけるA-A断面図、（c）は（a）におけるB-B断面図である。

【図6】弾性板の平面図である。

【図7】弾性板の説明図であり、（a）は図6におけるY部分の拡大図、（b）は（a）におけるC-C断面図である。

【図8】加工順序を示す工程図である。

【図9】第1工程における加工ステージを順次示す帯板の平面図である。

【図10】第2工程における加工ステージを順次示す帯板の平面図である。

【図11】第3工程における加工ステージを順次示す帯板の平面図である。

【図12】第4工程における加工ステージを順次示す帯板の平面図である。

【図13】圧力発生室形成板の基準面を支持した状態を示す側面図である。

【図14】（a）及び（b）は、溝状窪部の形成に用いる雄型を説明する図である。

【図15】（a）及び（b）は、溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図16】（a）～（c）は、溝状窪部の形成を説明する模式図である。

【図17】ローラ式修正装置を簡略的に示した側面図である。

【図18】ハンドプレス式修正装置の側面図である。

【図19】片面研磨装置の平面図である。

【図20】両面研磨装置の側面図である。

【図21】金型と素材との関係を示す斜視図である。

【図22】仮成形の進行状態を示す斜視図と断面図である。

【図23】仕上げ成形の進行状態を示す斜視図と断面図である。

【図24】金型と素材との関係を示す斜視図である。

【図25】溝状窪部の成形の進行状態を示す断面図である。

【図26】溝状窪部や基準穴の成形タイミングを示す線図である。

【図27】仮成形と仕上げ成形を示す断面図である。

【図28】突条部と筋状突起との対向関係を変更した場合の断面図である。

【図29】インクジェット式記録ヘッドの変形例を説明する断面図である。

【符号の説明】

【0197】

- 1 インクジェット式記録ヘッド、液体噴射ヘッド
- 1' インクジェット式記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群
- 8 固定板

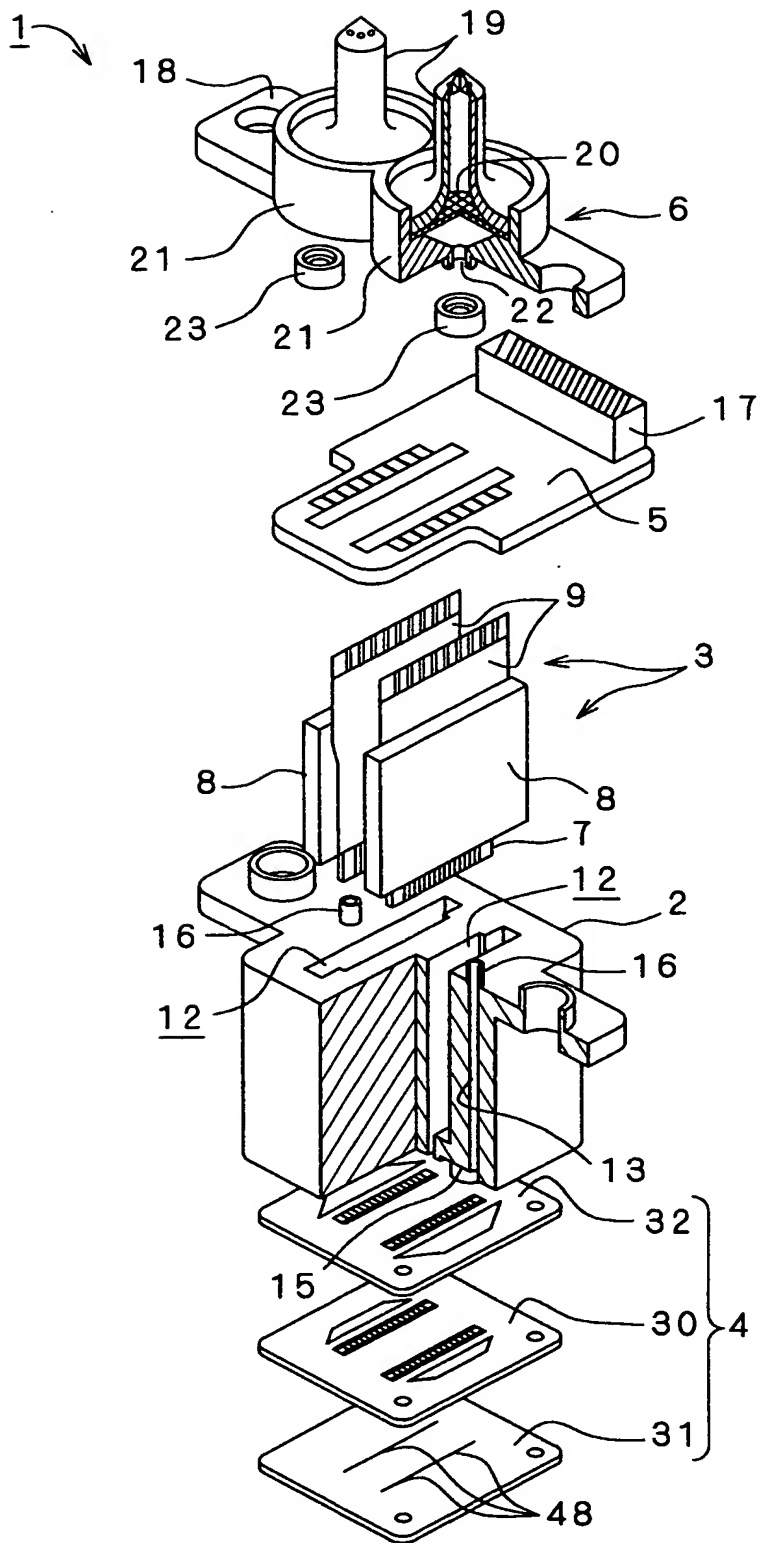
- 9. フレキシブルケーブル
- 1 0 圧電振動子
- 1 0 a ダミー振動子
- 1 0 b 駆動振動子
- 1 1 制御用 I C
- 1 2 収納空部
- 1 3 インク供給路
- 1 4 共通インク室, インク貯留室
- 1 5 先端凹部
- 1 6 接続口
- 1 7 コネクタ
- 1 8 針ホルダ
- 1 9 インク供給針
- 2 0 フィルタ
- 2 1 台座
- 2 2 インク排出口
- 2 3 バッキン
- 2 8 隔壁部
- 2 8 a 隔壁部の低い部分
- 2 8 b 隔壁部の高い部分
- 2 9 圧力発生室
- 3 0 圧力発生室形成板
- 3 1 ノズルプレート
- 3 2 弾性板, 封止板
- 3 3 溝状窪部
- 3 3 a 溝状窪部の列
- 3 4 連通口
- 3 5 リザーバ, リザーバ部
- 3 5 a 打抜き用のパンチ
- 3 6 ダミー窪部
- 3 7 第 1 連通口
- 3 7 a 穴あけパンチ
- 3 8 第 2 連通口
- 3 8 a 穴あけパンチ
- 3 9 ダミー連通口
- 4 0 第 1 ダミー連通口
- 4 1 第 2 ダミー連通口
- 4 2 支持板
- 4 3 弾性体膜
- 4 4 ダイアフラム部
- 4 5 インク供給口
- 4 7 島部
- 4 8 ノズル開口
- 5 1 雄型
- 5 1 A 仮成形用雄型
- 5 1 B 仕上げ成形用雄型
- 5 1 a 第 1 金型
- 5 1 b 成形パンチ
- 5 2 雌型
- 5 2 a 第 2 金型

- 5 3. 突条部
- 5 3 a 先端部分
- 5 3 b 空隙部
- 5 3 c 突条部
- 5 4 筋状突起
- 5 4 a 凹部
- 5 5 帯板, 素材, 金属素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板)
- 5 5 a 隆起部
- 5 5 b 帯板の左右両側の部分
- 5 6 仮成形金型
- 5 6 a 谷部
- 5 6 b 端部に近い箇所
- 5 7 仕上げ金型
- 5 7 a 平坦面
- 5 7 b 収容凹部
- 5 7 c 傾斜面
- 5 8 開口
- 5 9 ダイス
- 6 1 発熱素子
- 6 2 封止基板
- 6 3 縦外形部
- 6 3 a 打抜きパンチ
- 6 3 b 拡張部
- 6 3 c 延長スリット
- 6 4 横外形部
- 6 4 b 縦スリット部
- 6 5 パイロット穴
- 6 6 下型
- 6 7 基準面
- 6 7 a 加圧用パンチ
- 6 8 基準面
- 6 8 a 加圧用パンチ
- 6 9 支持治具
- 7 0 接着剤
- 7 1 凹溝部
- 7 1 a スリット穴, 成形突条
- 7 1 b 穴あけパンチ, 凹溝
- 7 2 連通口加工用パイロット穴
- 7 2 a 穴あけパンチ
- 7 3 組立用基準穴
- 7 3 a 穴あけパンチ
- 7 4 打抜き型
- 7 4 a 広幅部
- 7 4 b 狭幅部
- 7 5 タイ部材
- 7 5 a 打抜き型
- 7 6 ローラ式修正装置
- 7 7 修正ローラ
- 7 8 ハンドプレス式修正装置
- 7 9 下型

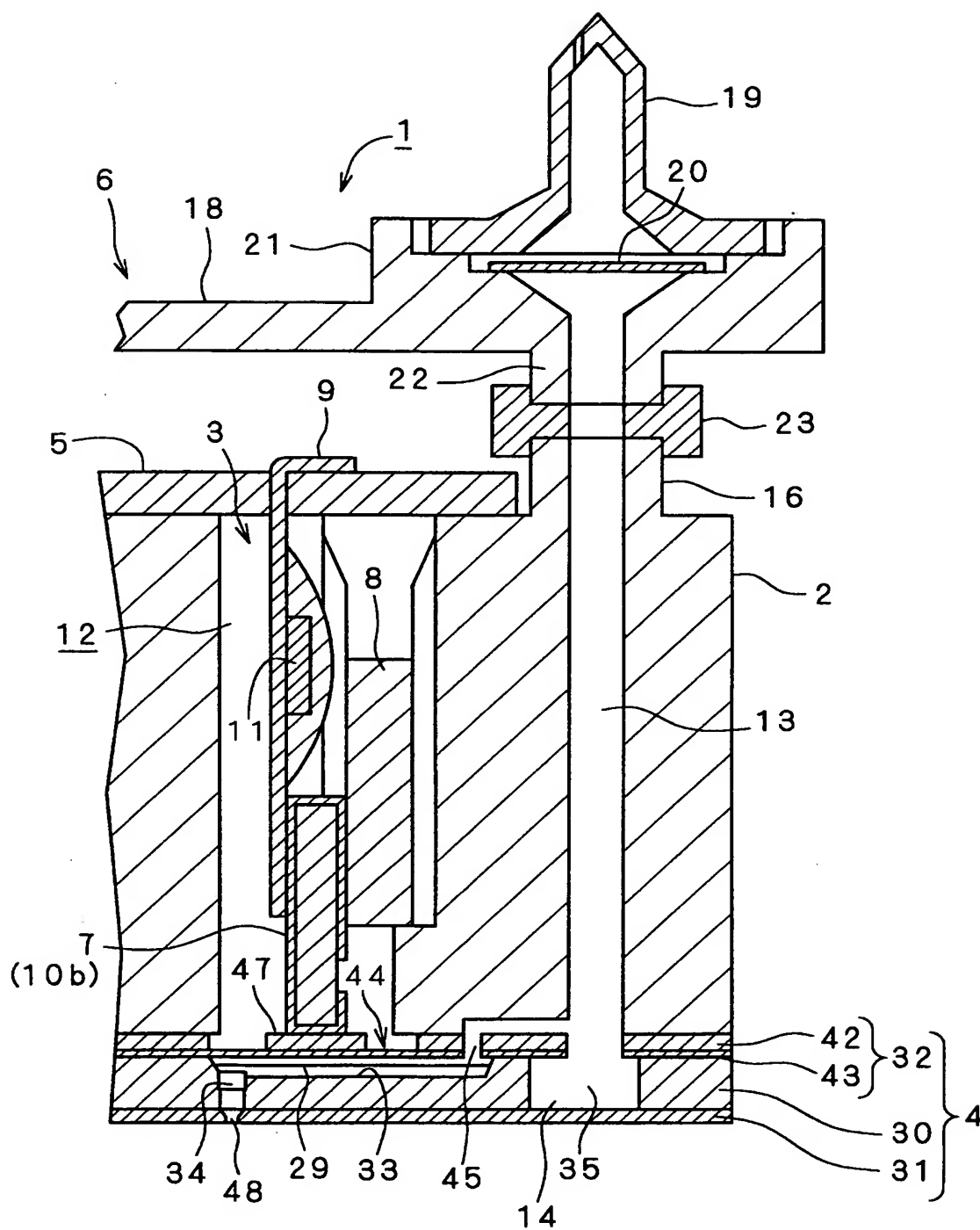
8 0	上型
8 1	回転板式ポリッシュ装置
8 2	研磨定盤
8 3	保持盤
8 4	矢印線
8 5	リンク機構
8 6	軸
8 7	両面ポリッシュ装置
8 8	サンギヤ
8 9	インターナルギヤ
9 0	遊星ギヤ盤
9 1	研磨定盤
9 2	研磨定盤
9 3	電動モータ
9 4	電動モータ
9 5	電動モータ
T 1	圧力発生室形成板の厚さ
T 2	基準面の厚さ
T	遅れ時間
D	帯板, 素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板) 等の厚さ
d	溝状窪部の深さ

【書類名】 図面

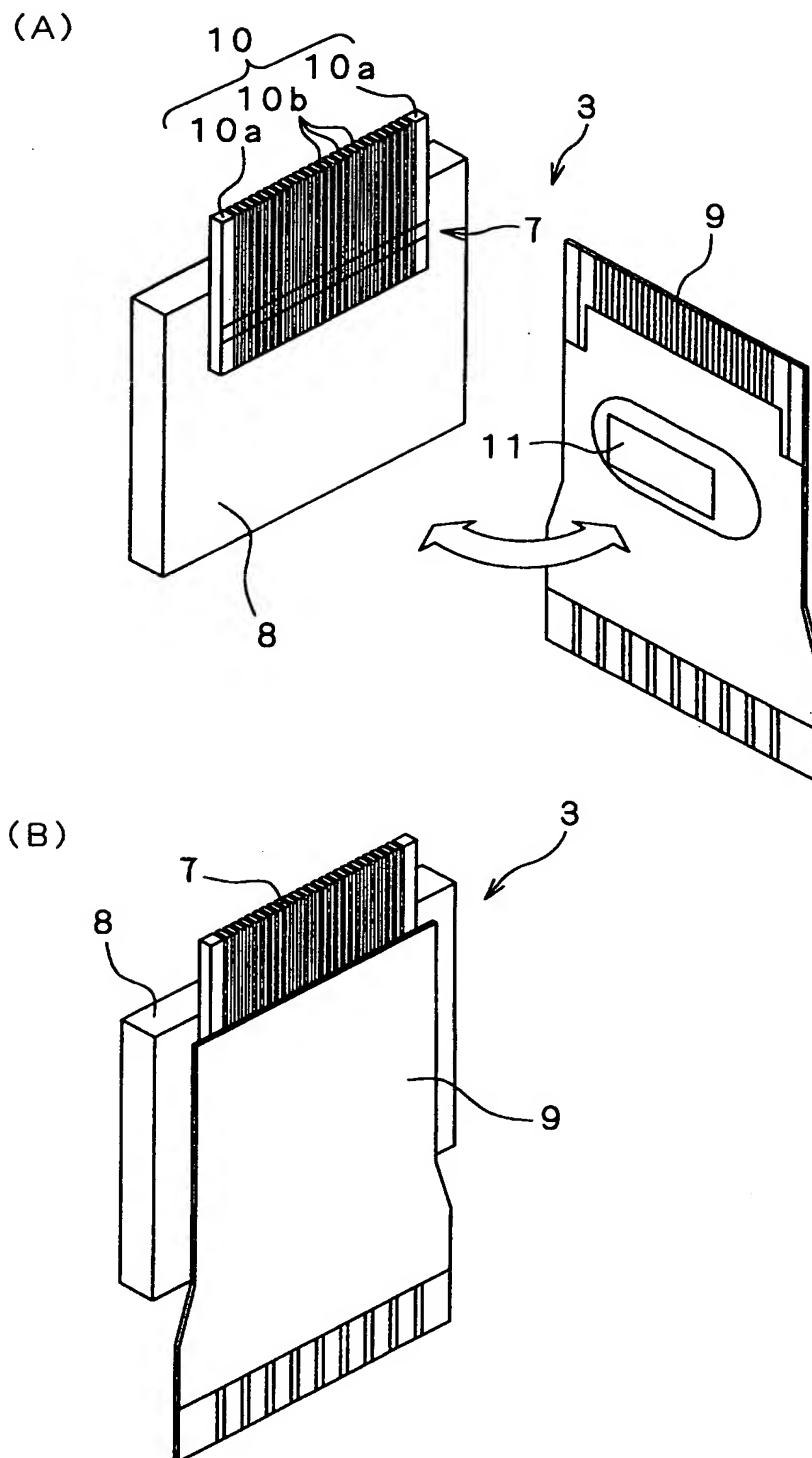
【図 1】



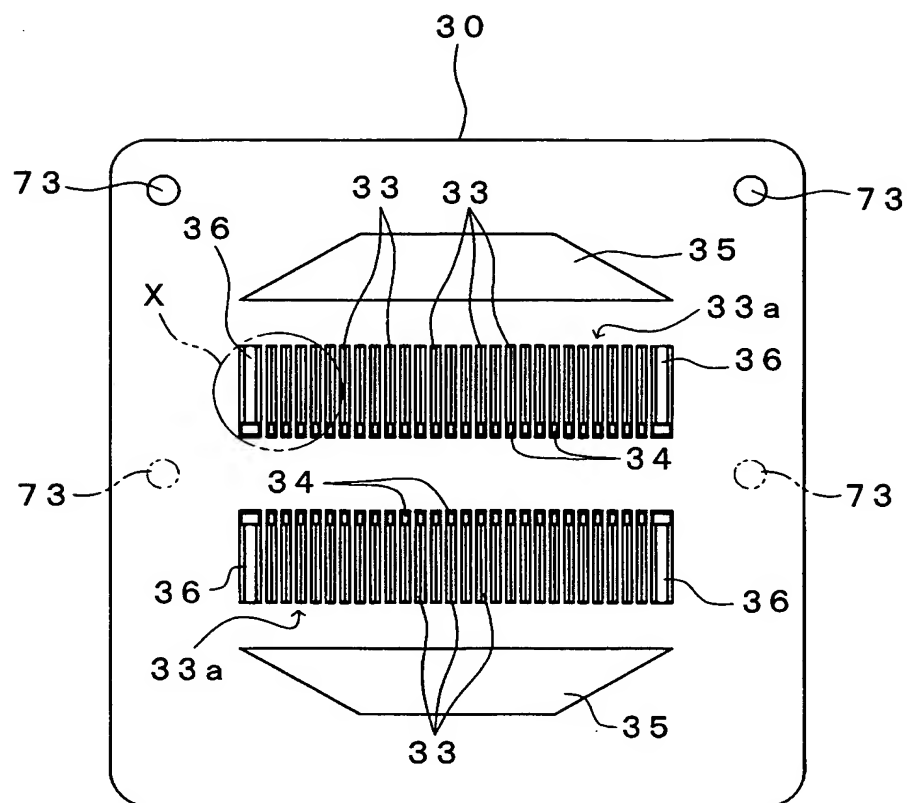
【図 2】



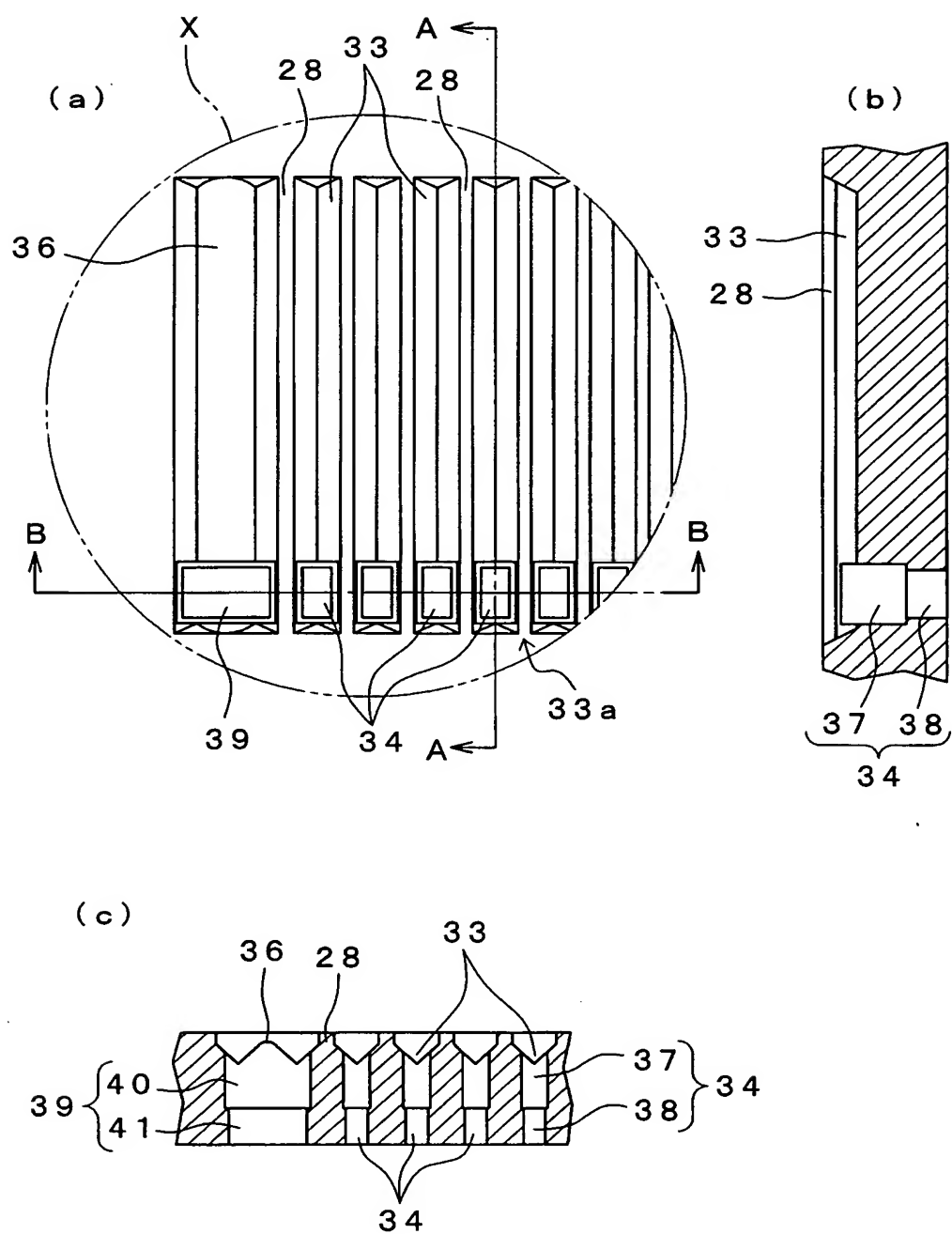
【図3】



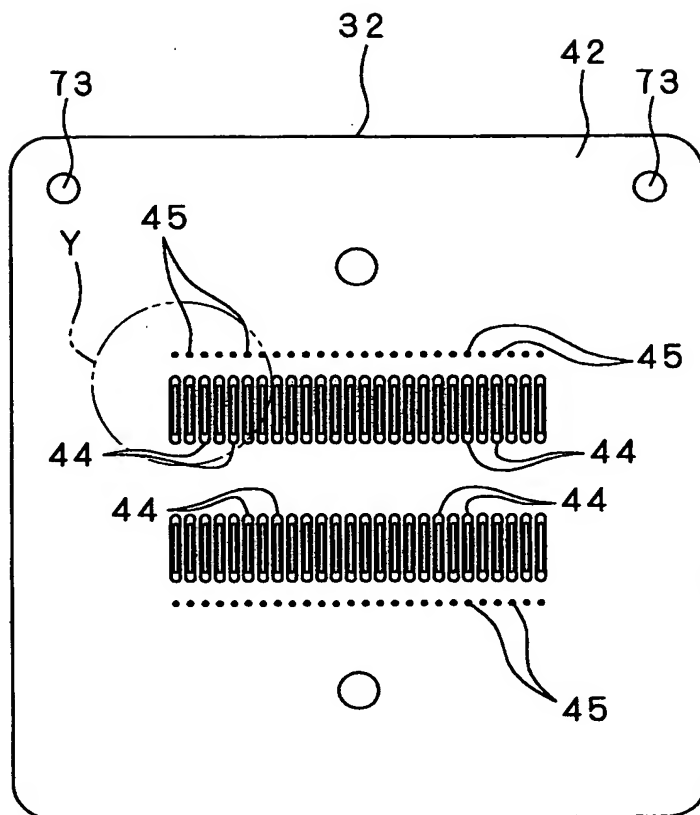
【図 4】



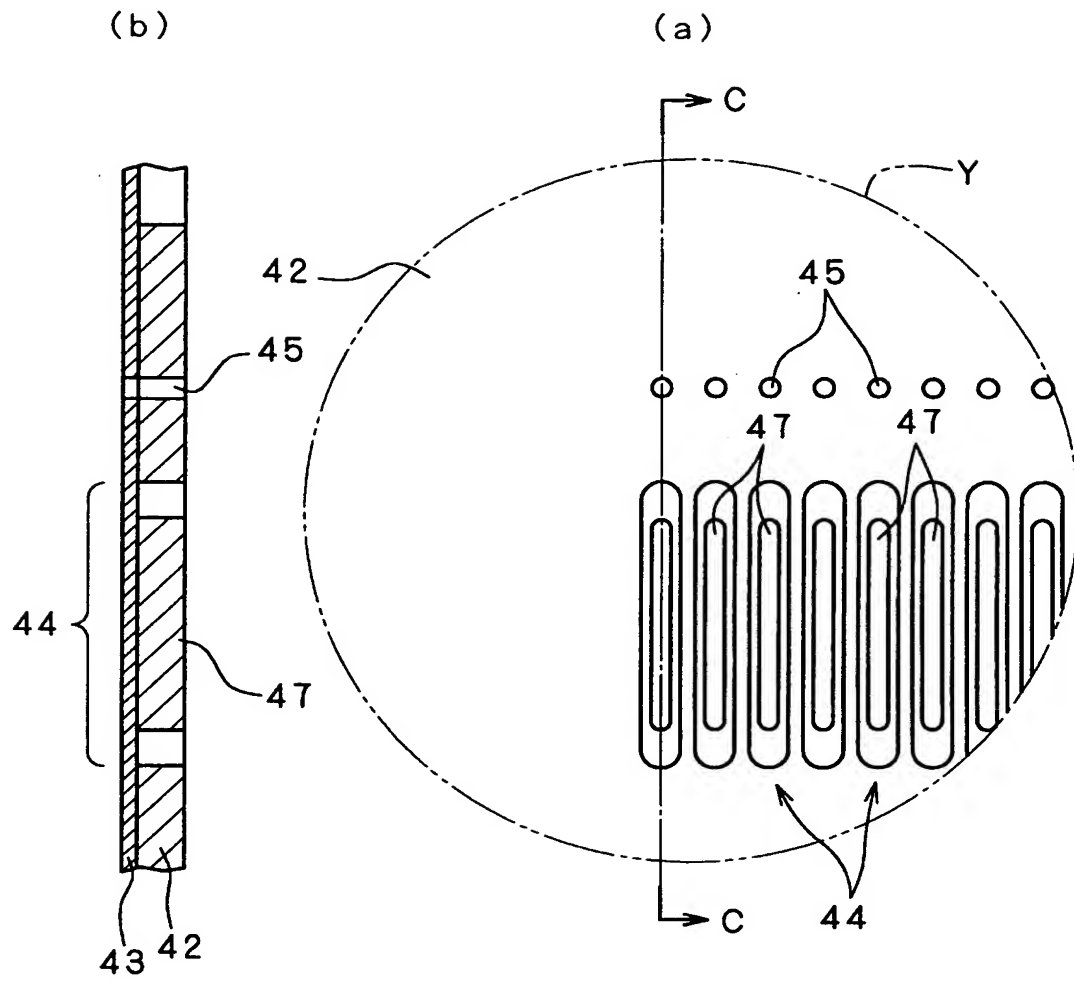
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図8】

第1工程

外形部打抜き・パイロット穴あけ
→基準面加圧サイジング→凹溝部
成形→リザーバ部打抜き

第2工程

溝状窪部仮成形→溝状窪部仕上げ
成形・組立用基準穴あけ・連通口
加工用パイロット穴あけ

第3工程

第1連通口成形→第2連通口成形

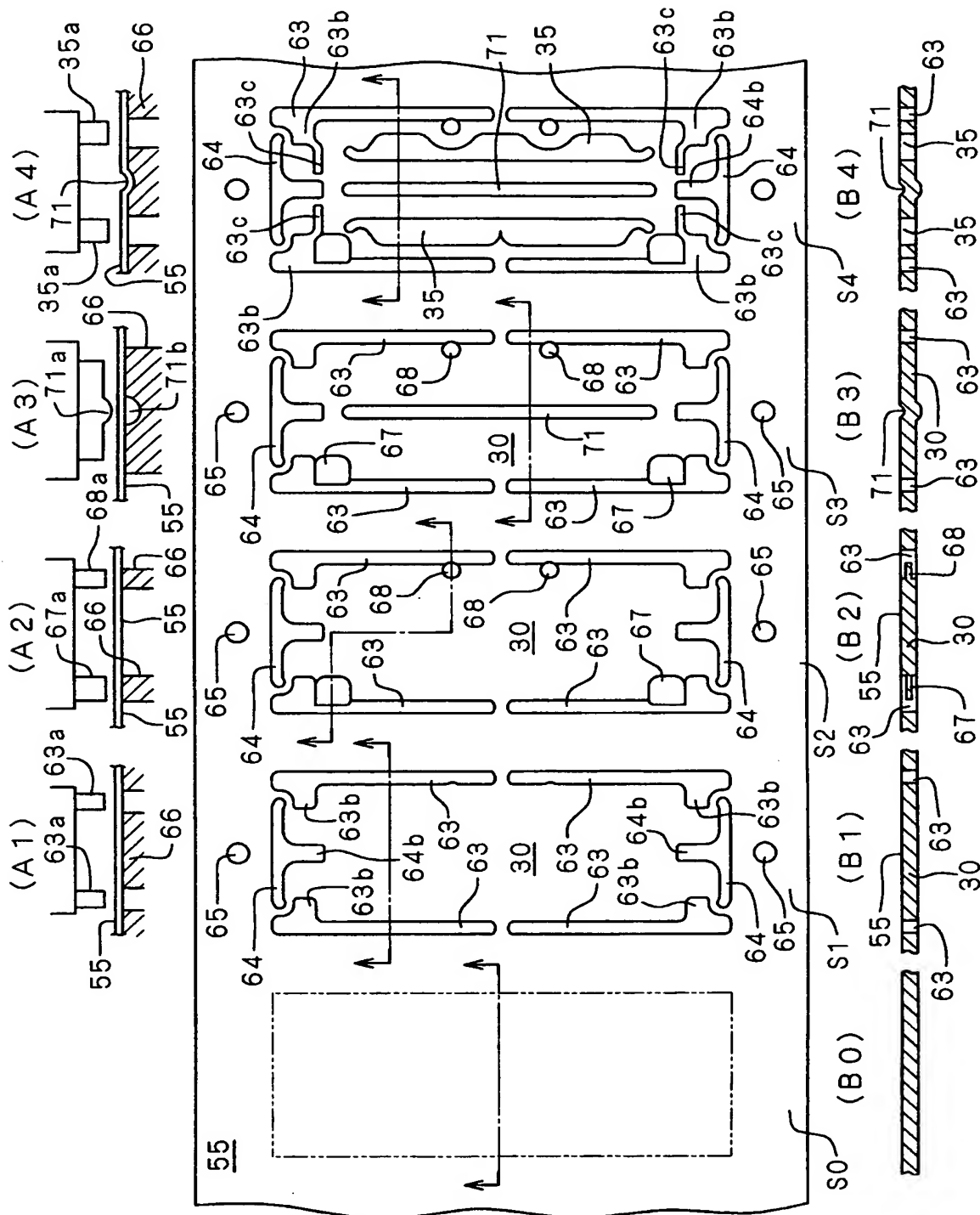
第4工程

外形打抜き→凹溝部打抜き穴あけ
→タイ部材切断

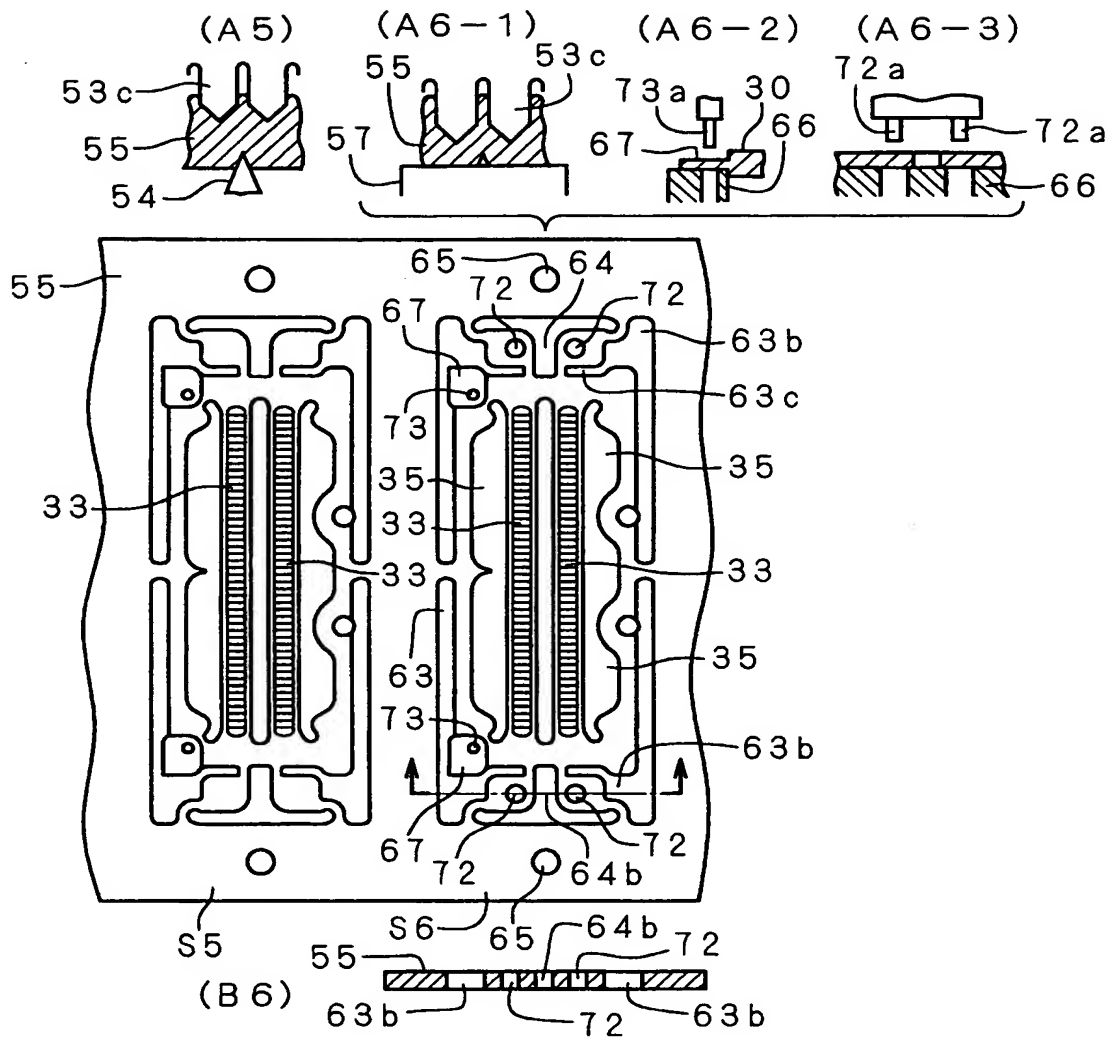
修正・ポリッシュ等の
後加工

反り修正→片面ポリッシュ→反り
修正→両面ポリッシュ→検査

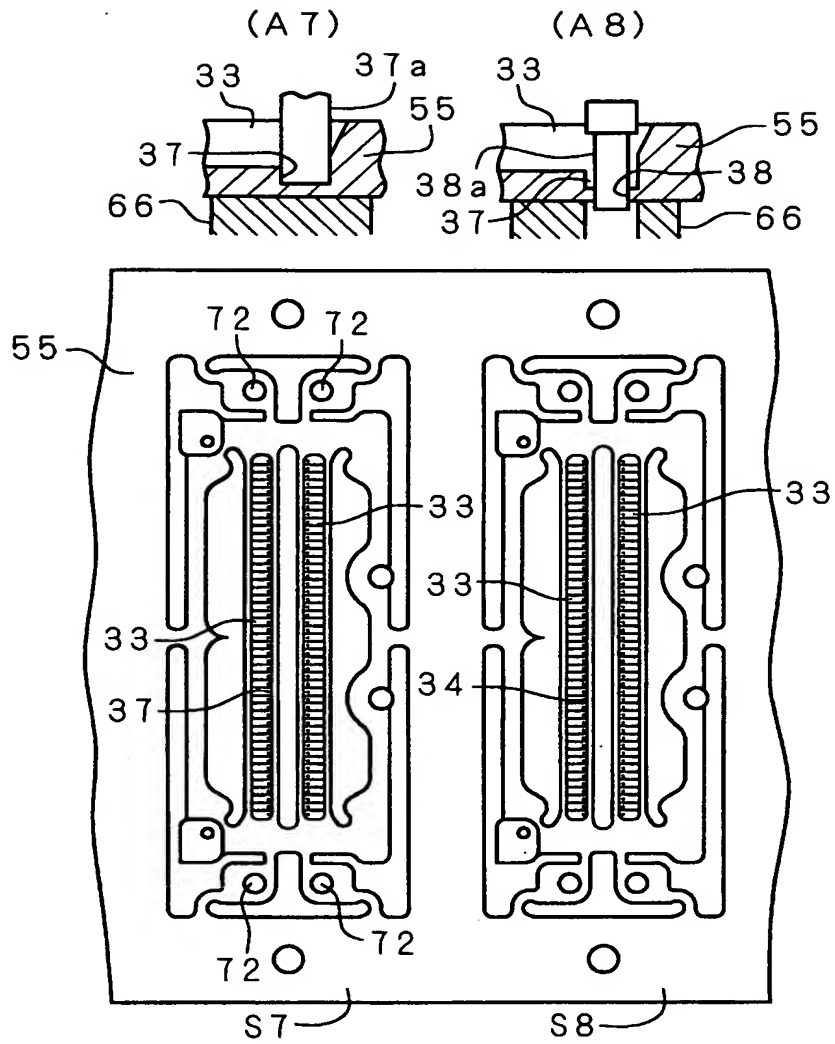
【図 9】



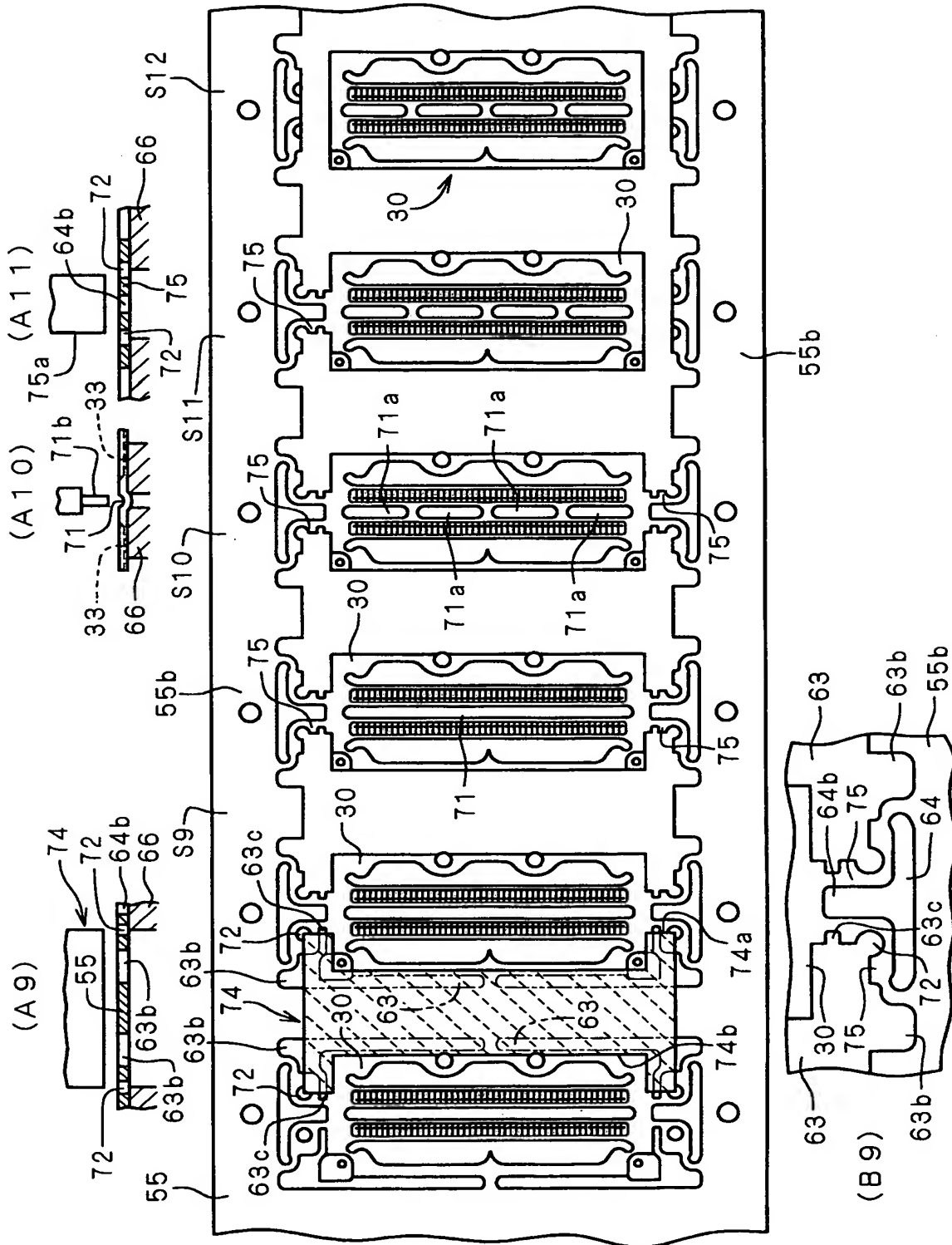
【図10】



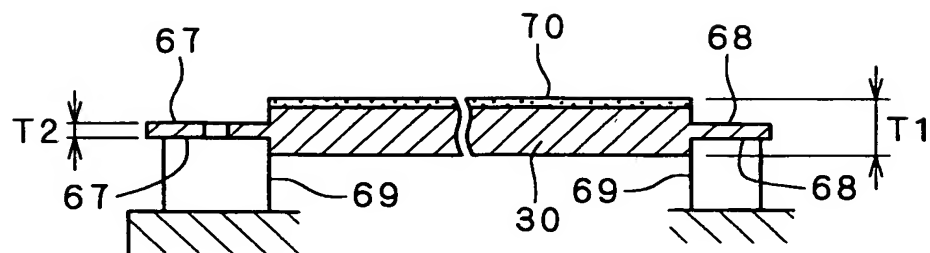
【図 11】



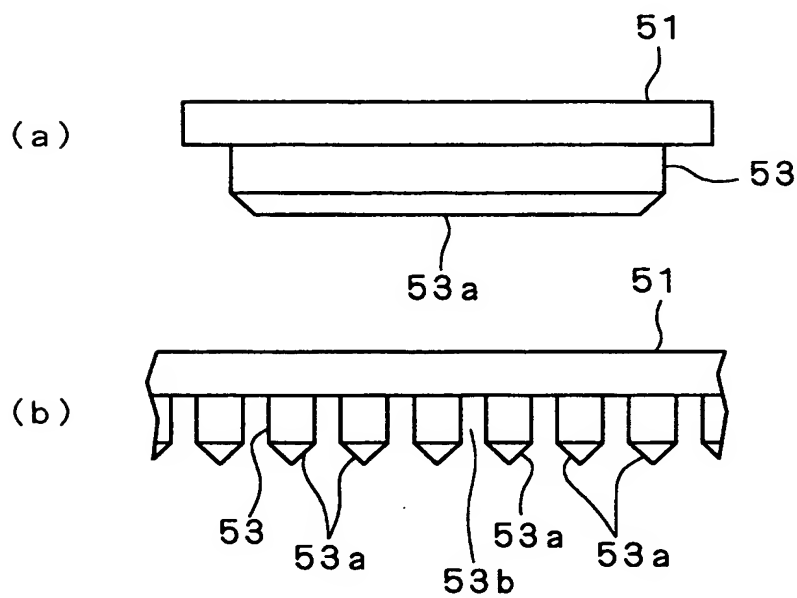
【図 12】



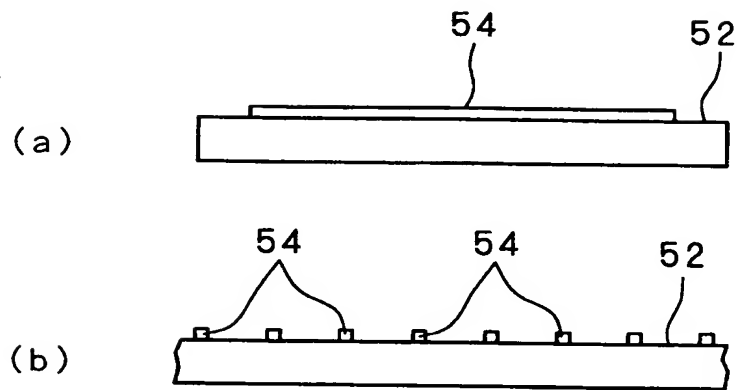
【図 13】



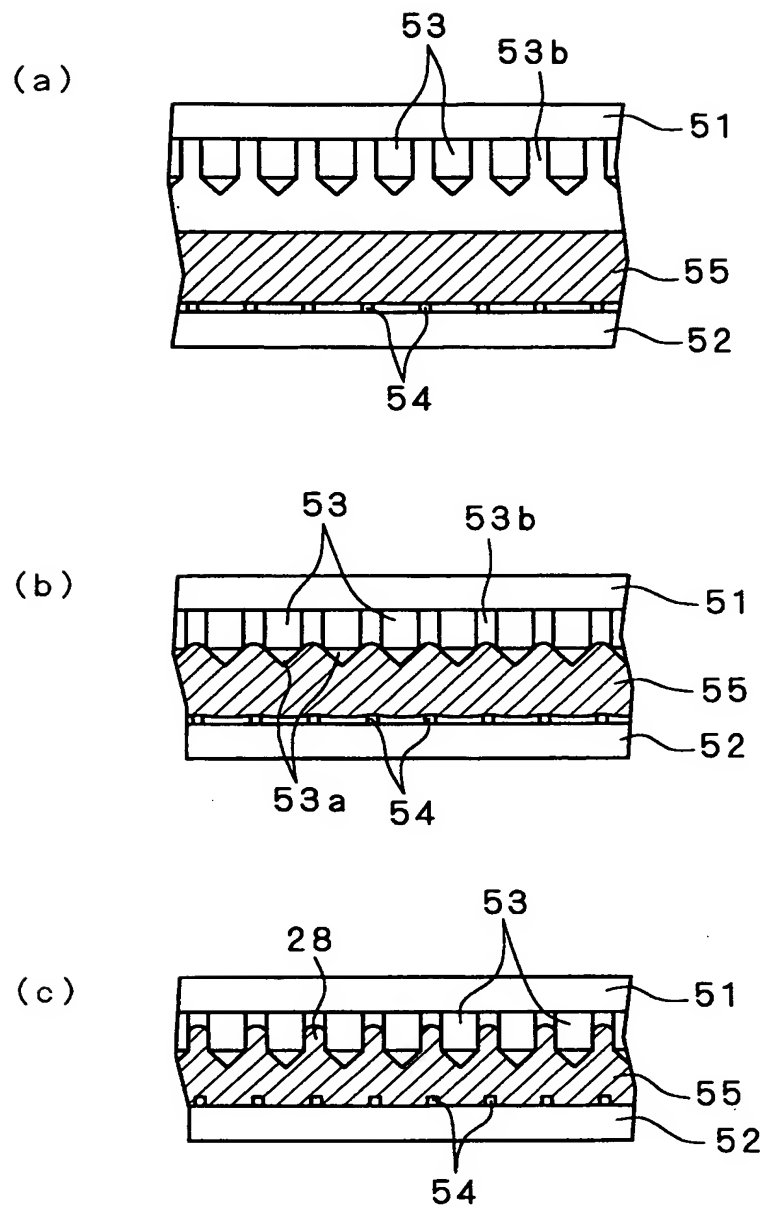
【図 14】



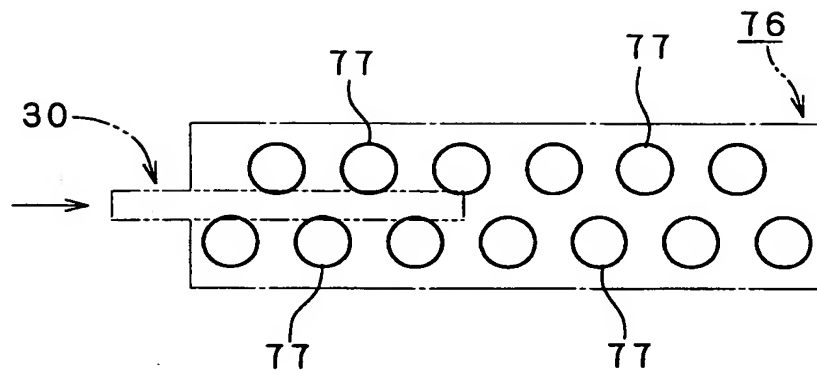
【図 15】



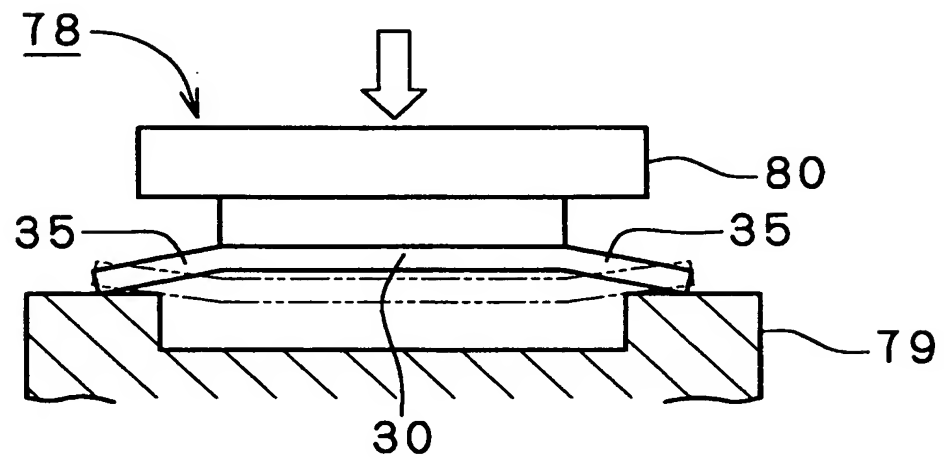
【図16】



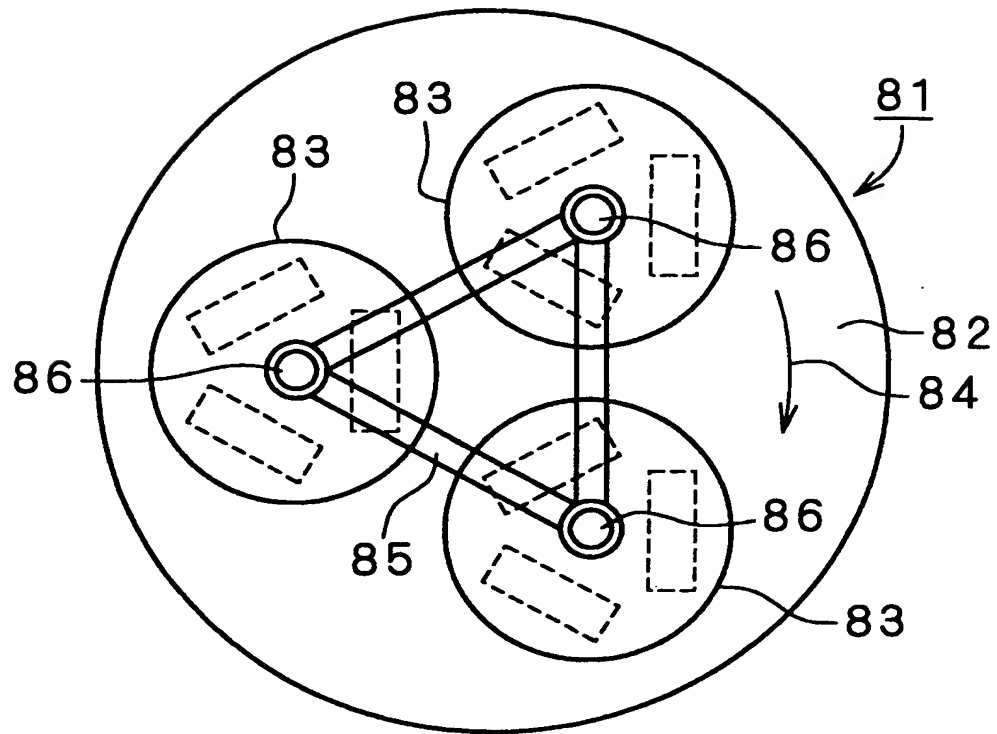
【図 17】



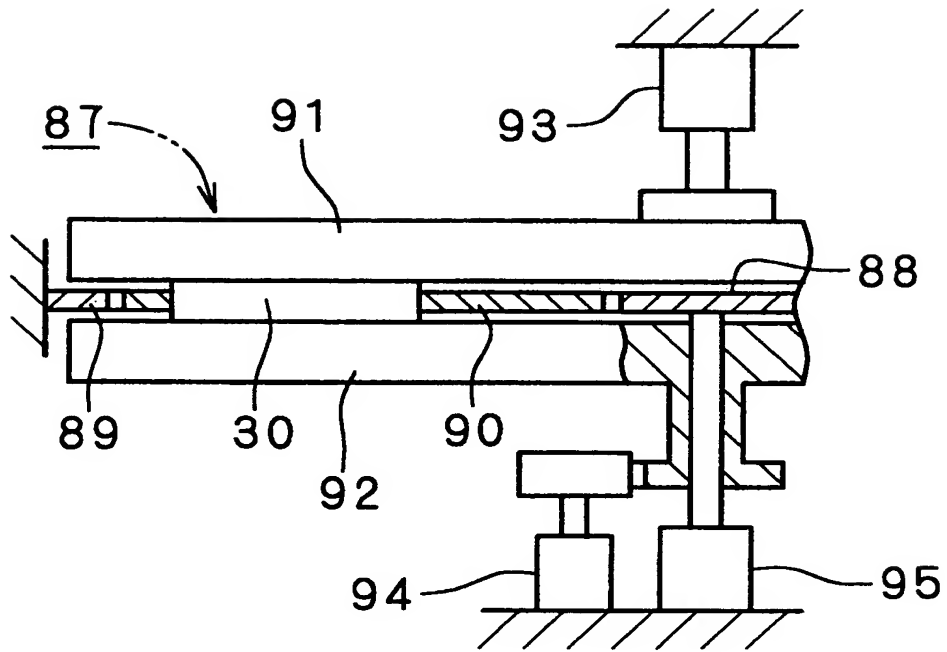
【図 18】



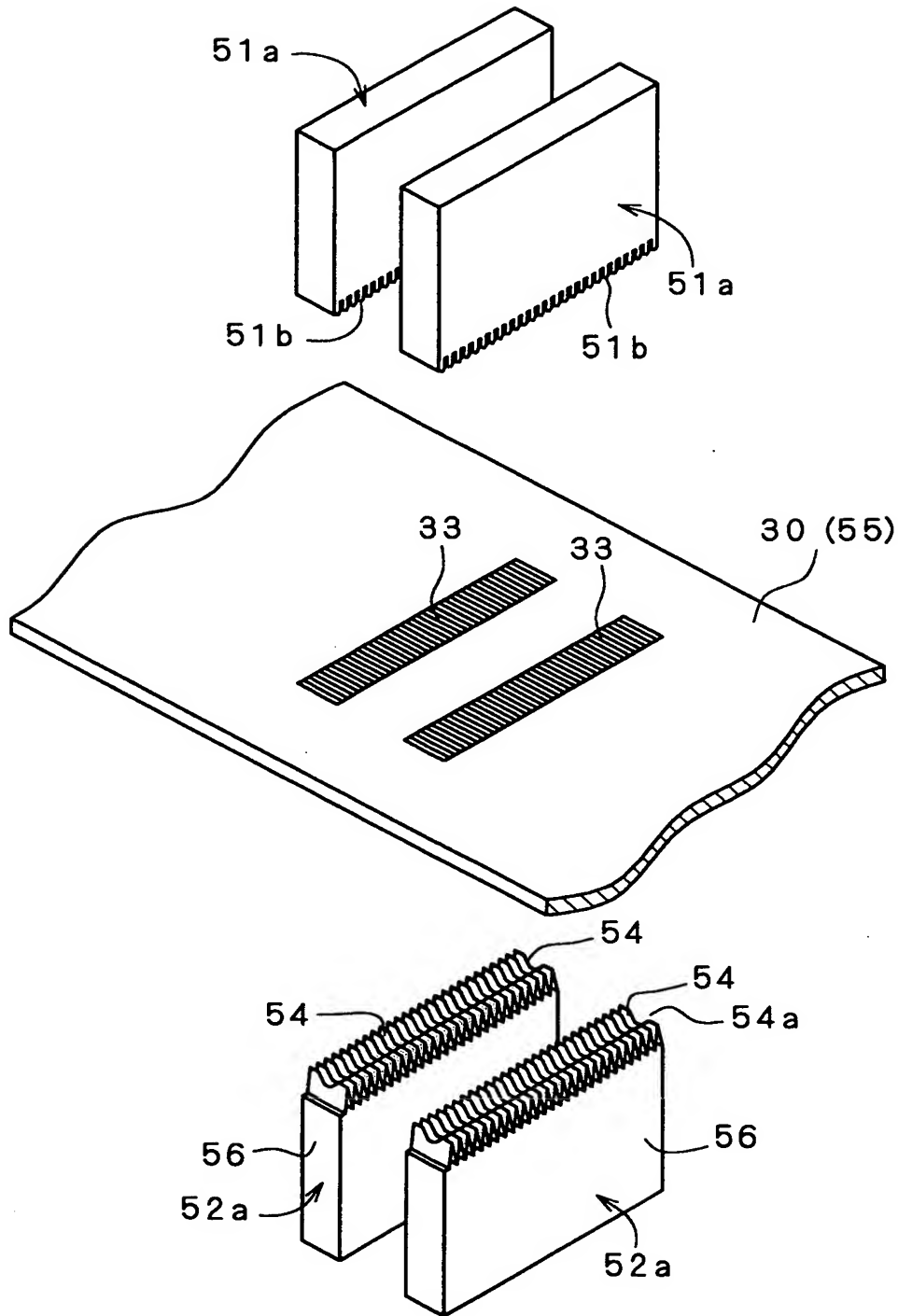
【図 19】



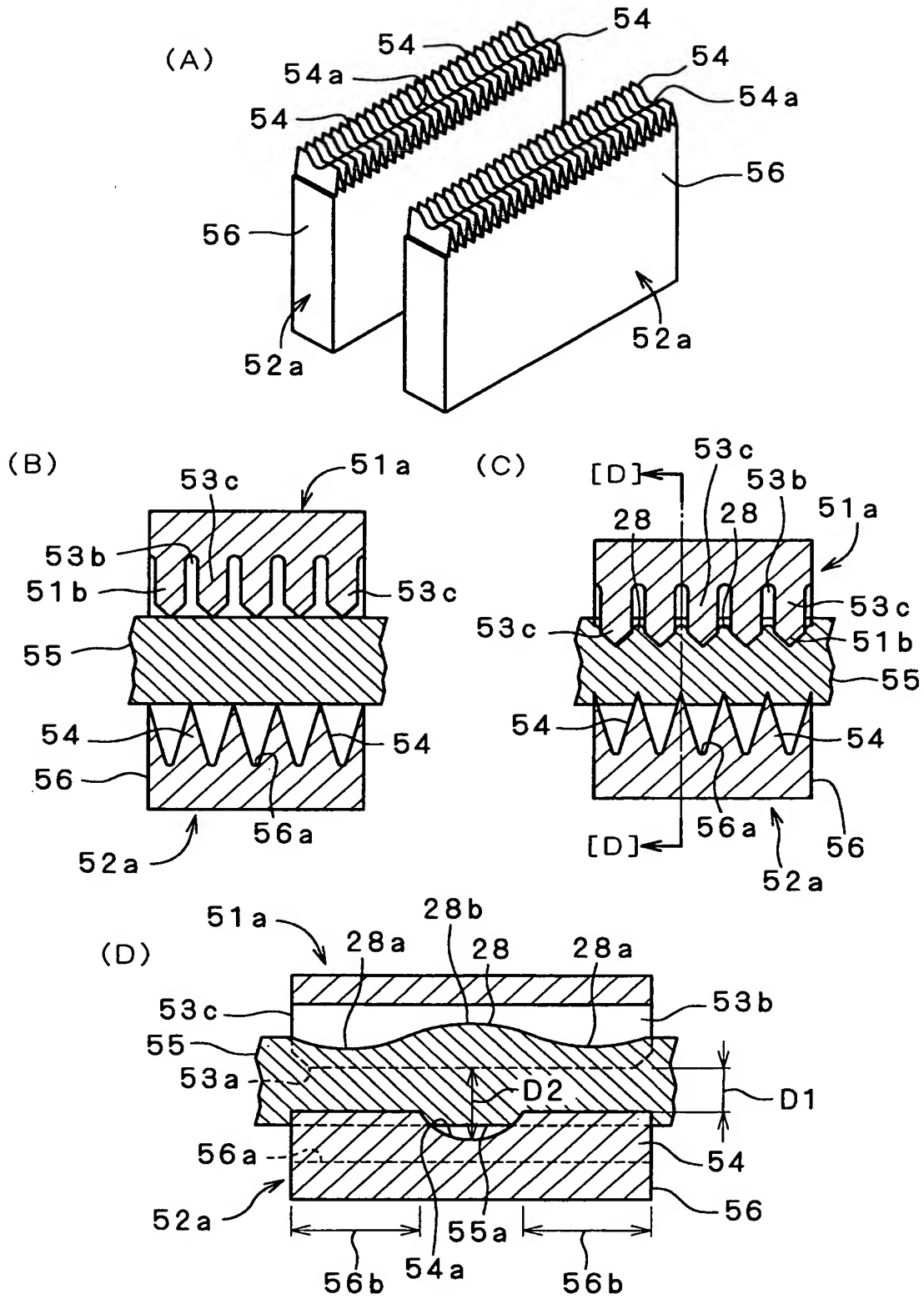
【図 20】



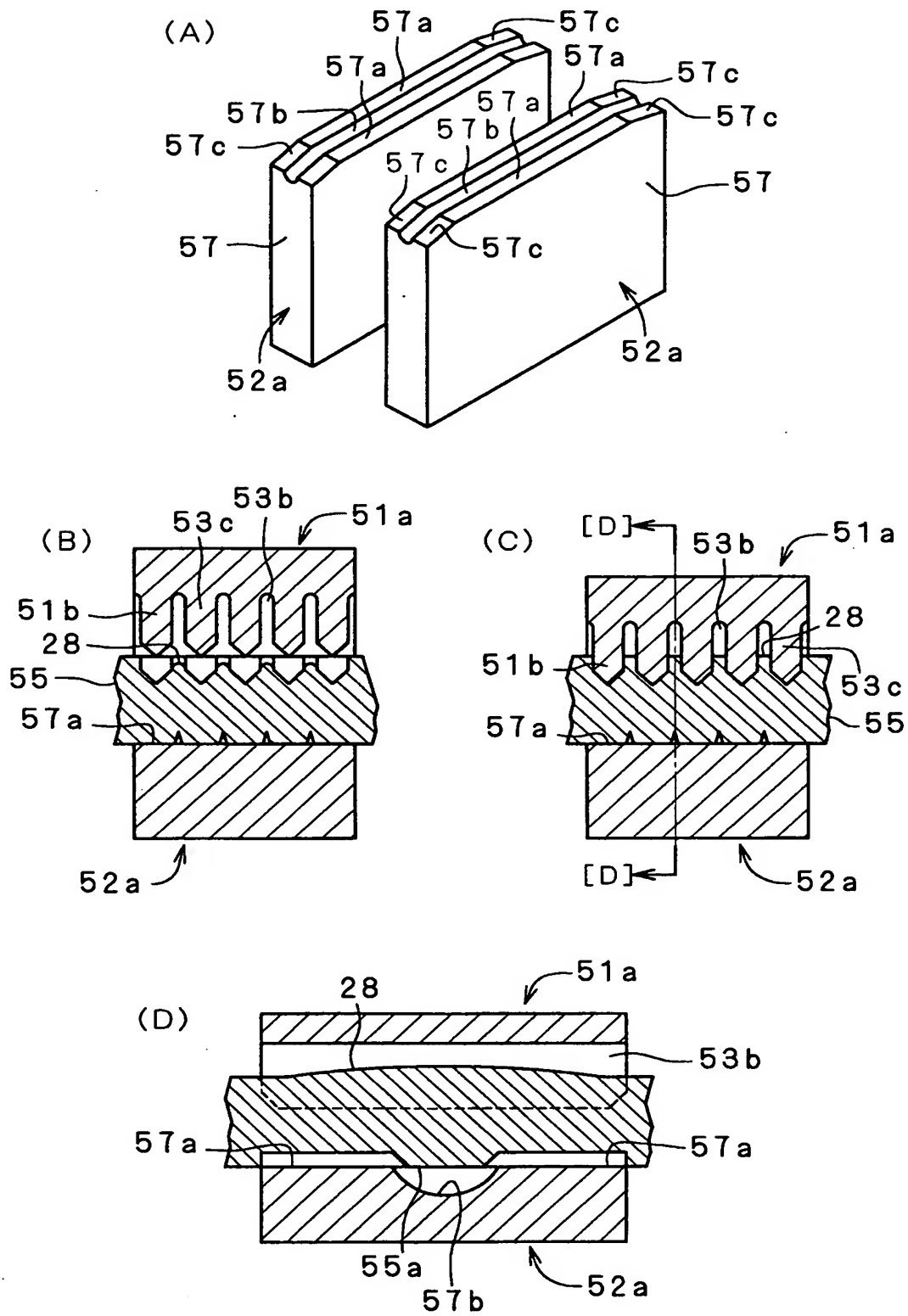
【図 21】



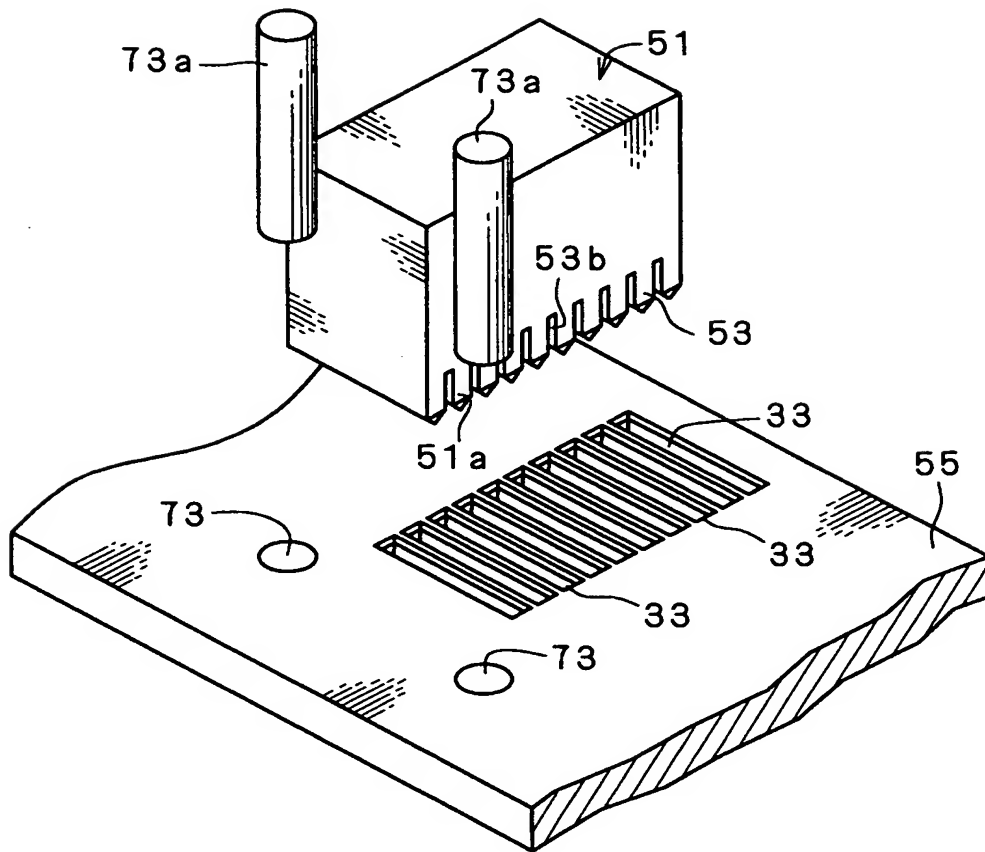
【図 22】



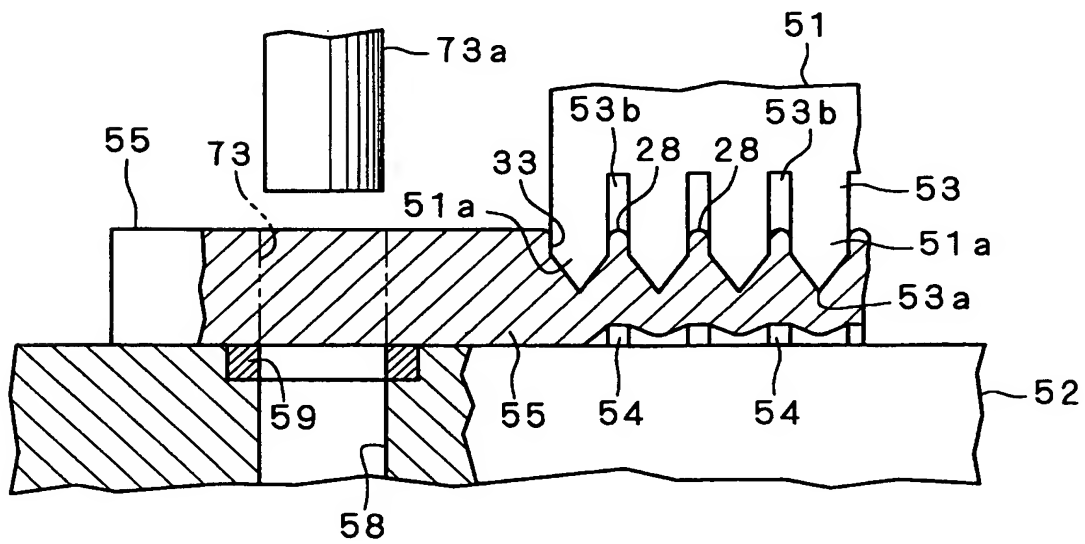
【図 23】



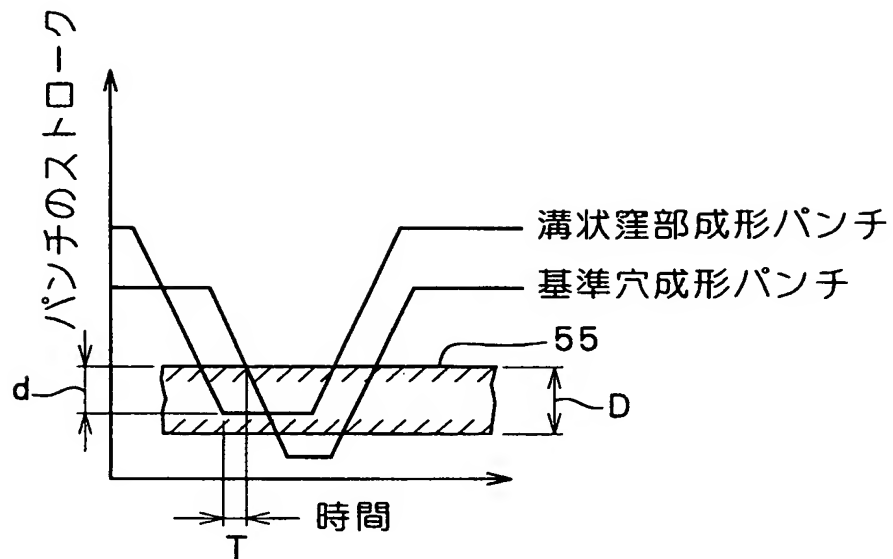
【図 24】



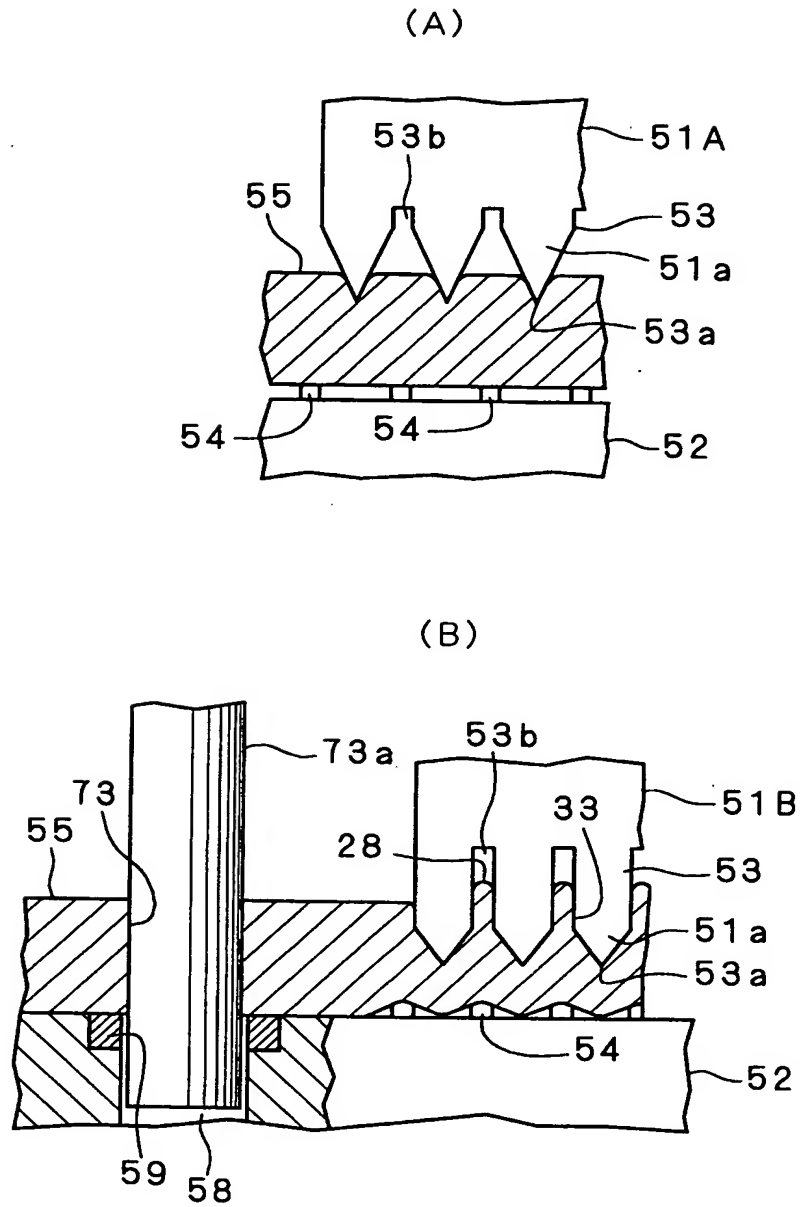
【図 25】



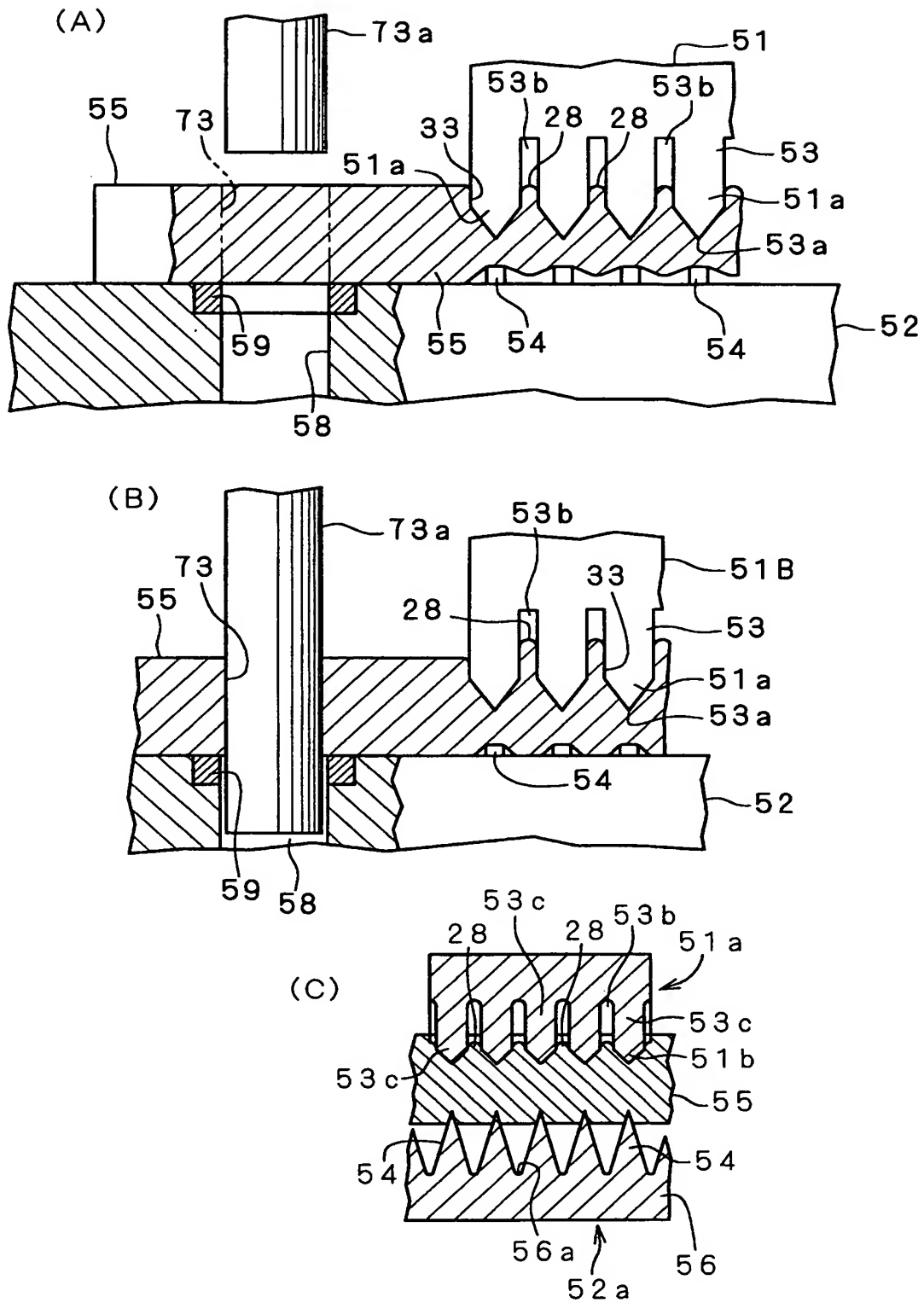
【図 26】



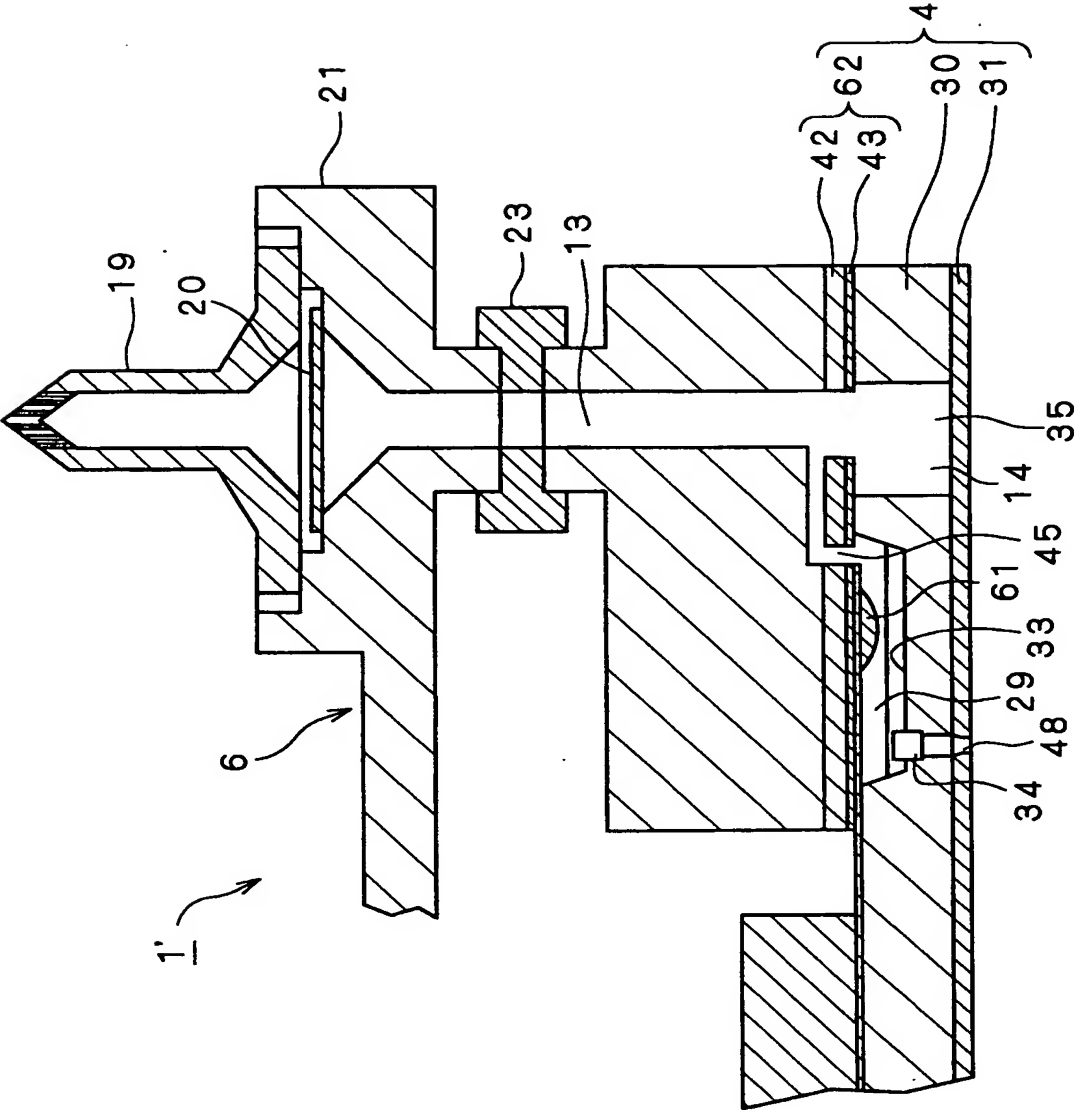
【図 27】



【図 28】



【図 29】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精度の窪部形状を鍛造で成形する際に、併せて組立て用等の位置決め構造を合理的に成形する鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法等を提供する。

【解決手段】 1つの金属素材 5 5 に異なった機能を果たす複数種類の形状部、例えば、液体噴射ヘッド 1 の溝状窪部 3 3，基準穴 5 6 を成形する鍛造加工方法である。上記形状部のうち少なくとも 1 つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部すなわち基準穴 5 6 であり、この位置決め用形状部 5 6 を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行う。鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静止状態にある金属素材 5 5 に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部 3 3，5 6 を成形する間に金属素材 5 5 の移動がなく、各形状部 3 3，5 6 の位置関係が正確に設定できる。

【選択図】 図 1 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-295584
受付番号	50301364731
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 00091
作成日	平成 15 年 8 月 28 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 8月19日
【特許出願人】	
【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100095728
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	上柳 雅誉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100107076
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	藤網 英吉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100107261
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	須澤 修

特願 2003-295584

出願人履歴情報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社